Jahrbuch der Naturkunde

Zweiter Jahrgang 1904

KARL PROCHASKAS ILLUSTR. JAHRBÜCHER

Von Herm. Berdrow

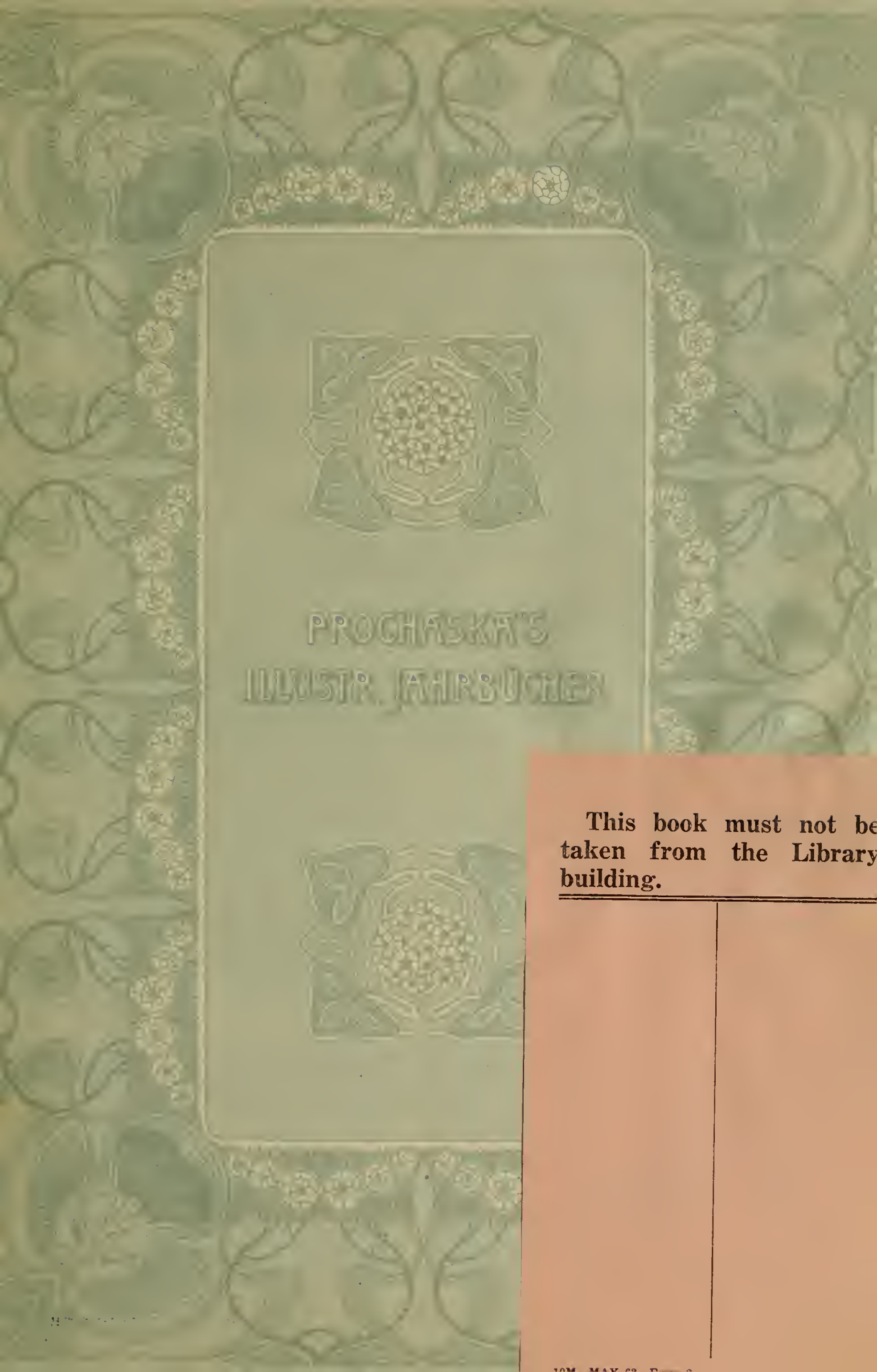


Verlag und Druck von KARL PROCHASKA ▵ Leipzig ▵ Wien ▵ Teschen

Preis 1 Mk. 50 = 1 K 80



THE D. H. HILL LIBRARY
NORTH CAROLINA STATE COLLEGE
QH45
I44
v.2
1904
THE FRIEDRICH F. TIPPMANN
ENTOMOLOGICAL COLLECTION


PROCHASKA'S
ILLUSTR. JAHRBÜCHER

»Prochaskas Illustrierte Jahrbücher« bestehen aus folgenden Teilen:

Illustriertes Jahrbuch der Erfindungen.

Erscheint alljährlich seit 1901. Die Jahrgänge I—IV kosten broschiert je 1 Mark, in Leinwand gebunden je 2 Mark. Vom V. Jahrgang ab ist dieses Jahrbuch nur noch in Halbleinwand gebunden à 1 M. 50 Pf. und in Leinwand gebunden à 2 Mark erhältlich.

Illustriertes Jahrbuch der Weltgeschichte.

Erscheint alljährlich seit 1900. Die Jahrgänge I—IV kosten broschiert je 1 Mark, in Leinwand gebunden je 2 Mark. Vom V. Jahrgang (Geschichte des Jahres 1904) ab ist dieses Jahrbuch nur noch in Halbleinwand gebunden à 1 M. 50 Pf. und in Leinwand gebunden à 2 Mark erhältlich.

Illustriertes Jahrbuch der Weltreisen und geographischen Forschungen.

Erscheint alljährlich seit 1902. Die Jahrgänge I—III kosten broschiert je 1 Mark, in Leinwand gebunden je 2 Mark. Vom IV. Jahrgang ab ist dieses Jahrbuch nur noch in Halbleinwand gebunden à 1 M. 50 Pf. und in Leinwand gebunden à 2 Mark erhältlich.

Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde.

Erscheint alljährlich seit 1903. Die Jahrgänge I und II kosten broschiert je 1 Mark, in Leinwand gebunden je 2 Mark. Vom III. Jahrgang ab ist dieses Jahrbuch nur noch in Halbleinwand gebunden à 1 M. 50 Pf. und in Leinwand gebunden à 2 Mark erhältlich.

Illustriertes Jahrbuch der Gesundheit.

Hievon ist ein Jahrgang erschienen, der broschiert 1 Mark, in Leinwand gebunden 2 Mark kostet.

Auf Wunsch werden auch die früher brosch. erschienenen Bände der »Illustr. Jahrbücher« in dem neuen Halbleinen-Einband zum Preise von 1 Mark 50 der Band geliefert.

Prochaskas Illustrierten Jahrbüchern liegt der Gedanke zu Grunde, über die Fortschritte der Kultur auf den wichtigsten Gebieten des modernen Lebens alljährlich eine Revue zu geben, die übersichtlich, allgemein verständlich und derart stilistisch gehalten ist, daß ihre Lektüre eine anziehende, geistbildende Unterhaltung genannt werden kann.

Für jung und alt, für alle Gesellschaftskreise gleich geeignet und gleicherweise interessant, sind diese Jahrbücher eine der empfehlenswertesten Erscheinungen der neueren volkstümlichen Literatur.

Urteile der Presse über Prochaskas Illustrierte Jahrbücher.

Über Land und Meer. Illustriertes Jahrbuch der Erfindungen. „Ein glücklicher Gedanke ist hier in gediegener Weise verwirklicht: ein bequemer Überblick über die technischen Fortschritte in Form eines reich illustrierten Jahrbuchs zu außerordentlich billigem Preis."

Basler Zeitung. Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde. „Endlich haben wir einmal eine gute, billige und ausgezeichnet illustrierte Übersicht alles dessen, was die Naturkunde im Laufe eines Jahres als neue Entdeckungen zu verzeichnen hatte. Es ist eine Freude, die prächtige, für jedermann verständliche Übersicht zu lesen. Jeder Gebildete sollte diese Jahrbücher erwerben und sie nicht nur in seiner Bibliothek aufstellen, sondern auch lesen. Derartige Schriften nützen der Aufklärung unendlich viel mehr als alle kulturkämpferischen Zeitungsartikel. Möchte doch dieses Unternehmen die weiteste Verbreitung in allen Schichten der Bevölkerung finden."

Frankfurter Zeitung. Prochaskas Illustrierte Jahrbücher erfreuen sich einer von Jahr zu Jahr wachsenden Anerkennung, was bei der Gediegenheit des Inhalts und der Ausstattung, sowie dem billigen Preise nicht zu verwundern ist. In der Anlage übersichtlich, in der Darstellung fast durchwegs klar und allgemein verständlich gehalten, ohne irgend trivial zu werden, unterrichten diese Jahrbücher über die in ihnen behandelten Erfahrungs- und Forschungsgebiete mit einer für den Nichtfachmann vollkommen ausreichenden Ausführlichkeit, den Fachmann selbst aber mitunter verblüffenden Gründlichkeit. Bei der ungeheuren Fülle von Eindrücken, die tagaus tagein aus dem Leben, aus Tagesblättern und Zeitschriften auf den wissensdurftigen Kulturmenschen einwirken, ist es für den gewöhnlichen Sterblichen fast unmöglich, Spreu und Weizen zu scheiden und aus dem Vielerlei ein klares Bild zu gewinnen. Da sind denn Führer, wie es Prochaskas Jahrbücher sein wollen, durchaus am Platze. Rückschauend blicken wir noch einmal des Weges entlang, den wir durch lange Monate gewandert sind, und erkennen staunend, daß manches Kleine groß und manches Große klein geworden, alles aber, den Gesetzen der geistigen Perspektive gemäß, nach Möglichkeit gewertet, gesichtet und geordnet ist. So gewinnen wir nachträglich ruhende Pole in den Erscheinungen Flucht — immer vorausgesetzt natürlich, daß wir guten Führern folgen. Und Prochaskas Jahrbücher sind solche Führer.

Die Woche. Illustriertes Jahrbuch der Weltgeschichte. „Wir können dem stattlichen Bande kein besseres Geleitwort auf den Weg mitgeben, als den Ausdruck unserer Überzeugung, daß es dem Verfasser gelungen ist, die Worte seines Programms glänzend zu verwirklichen: ‚Nicht ein Urkunden- oder Nachschlagebuch ist, was wir den Lesern bieten, sondern wir wollen ihnen die handelnden Personen, die Kämpfe und Ereignisse in möglichst lebensvollen Bildern vorführen, die Triebkräfte des politischen Lebens aufdecken und den inneren Zusammenhang alles Geschehenen klarmachen.' Die volkstümliche, klare und doch vornehme Haltung des Jahrbuchs werden demselben gewiß viele Freunde und Schätzer gewinnen. Wer eine aller Parteilichkeit entkleidete Schilderung der Ereignisse jedes Jahres wünscht, säume nicht, sich in den Besitz dieses gediegenen ‚Jahrbuchs' zu setzen."

Fortsetzung am Schluße des Buches.

Illustriertes Jahrbuch
der Naturkunde
Zweiter Jahrgang.

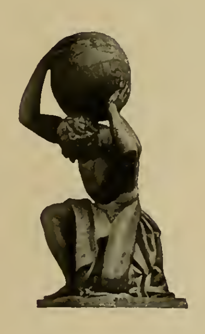


William Crookes.

Prochaskas Illustrierte Jahrbücher

Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde

Zweiter Jahrgang 1904 Von H. Berdrow



Leipzig
Königstraße 9/11.

Karl Prochaska in Teschen

Wien
Kumpfg. 7.

Inhaltsverzeichnis.*)

Seite

Der gestirnte Himmel.
(Astronomie.) Mit 11 Bildern.

Welten über Welten 13
Die Nachbarn des Sonnensystems 18
Welt-Entstehen und -Vergehen 23
Revision an Kant-Laplace 26
Sonnenbahn und Zentralsonne 33
Sonnenflecken und Protuberanzen 36
Vulkan und Hades 41
Kleine und große Planeten 43
Weltsplitterchen 47
Rätsel vom Monde 53

Im Bereiche des Luftmeeres.
(Meteorologie.) Mit 3 Bildern.

Der Mond und das Wetter 57
Die kritischen Tage 63
Die Sonne und das Wetter 70
Ströme und Wogen des Luftmeeres . . . 74
Atmosphärische Licht- und Farbenspiele . . 79
Die luftelektrischen Vorgänge 82
Der Luftozean 87

Die Erdrinde in Gegenwart und Vergangenheit.
(Geophysik und Geologie.) Mit 7 Bildern.

Die Wasser der Tiefe 89
Heiße Quellen, Geiser und Vulkane . . . 95
Wasserkissen und Wärmespeicher 102
Die Erdbeben und die Aufsturztheorie . . 106
Eiszeit und Erdschwankungen 111
Das Mienenspiel des Erdantlitzes . . . 119

Energien und Stoffe.
(Physik und Chemie.) Mit 6 Bildern

Immer noch neue Strahlen 125
Die Radioaktivität 130

Seite

Die Natur der Elemente 136
Alte und moderne Goldmacher 141
Der Kampf um den Nullpunkt 144
Die unsichtbare Welt 149
Elektrische, akustische und optische Probleme . 155
Mineralogisches 161

Das Leben und seine Entwicklung.
(Biologie und Paläontologie.) Mit 8 Bildern.

Die Selbstregulationen des Organismus . 165
Mechanismus und Vitalismus 170
Wie Flora ihre Kinder formt 178
Schmetterlingsphilosophie 184
Die geschlechtsbestimmenden Ursachen . . 188
Besiegt im »struggle for life« 191

Aus dem Leben der Pflanze.
(Botanik.) Mit 10 Bildern.

Aus dem Zwischenreich 205
Wachsen und Wandern 211
Im Kampf ums Dasein 217
Sinne und Minne im Pflanzenreich . . . 220
Im Dienste des Menschen 225

Vom Gorilla zum Infusor.
(Zoologie.) Mit 15 Bildern.

Zur Biologie der Säugetiere 231
Die Herkunft unserer Haustiere 238
Arktisches Tierleben 241
Aus der gefiederten Welt 245
Im Schoße des Meeres 249
Die Intelligenz der Kleinen 254
Die Entstehung des Bienenstaates . . . 257
Schutzfärbung und Mimikry 264

*) Denjenigen Herren, welche die Liebenswürdigkeit hatten, mich durch Übersendung ihrer wissenschaftlichen Arbeiten zu unterstützen, sage ich hier meinen verbindlichsten Dank. H. Berdrow.

Seite

Zur Entwicklungsgeschichte des Menschen.

(Urgeschichte und Ethnographie.) Mit 11 Bildern.

In den Fußstapfen eines Urgeschichtsforschers 271
Der Tertiärmensch und sein Werkzeug . . 280
Die Ahnentafel des Menschengeschlechtes . 284
Neue Funde aus der älteren Steinzeit . . 290
Das Heim der Vorzeit 296
Riesen und Pygmäen 299
Aus der Welt der „Gelben" 304

Seite

Körper und Geist.

(Anatomie, Physiologie, Psychologie.)
Mit 1 Bild

Aus den Geheimnissen des Organismus. . 307
Rassenmerkmale und Rassenanatomie . . 310
Sinne und Empfindungen 314
Wie Gedanken gewogen werden 318
Das irdische Paradies 319

Anhang 321

Register 325



Der Vulkan Sumbing auf Java.

Der gestirnte Himmel.

(Astronomie.)

Welten über Welten. * Die Nachbarn des Sonnensystems. * Welt-Entstehen und -Vergehen. * Revision an Kant-Laplace. * Sonnenbahn und Zentralsonne. * Sonnenflecken und Protuberanzen. * Vulkan und Hades. * Kleine und große Planeten. * Weltsplitterchen. * Rätsel vom Monde.

Welten über Welten.

Auf einem erst glühend heißen und dann allmählich erkaltenden Lavatropfen ein wunderlicher Schimmelüberzug, der sich in steten Wandlungen erneuert, in unausgesetzten grotesken Bewegungen ergeht und trotz aller schwächlichen Hinterlist, mit der er sich den äußeren Unbilden anzuschmiegen oder zu entziehen weiß, mitleidslos dazu verdammt ist, eines Tages durch die Kälte, welche für ihn Gesetzgeber, Richter und Henker zugleich ist, aus seinen verborgensten Schlupfwinkeln weggefegt zu werden — so würde sich vielleicht aus der Siriusperspektive die Geschichte des Lebens auf der Erde ausnehmen. Aber keine Siriusweisheit würde ausreichen, den Geist zu erkennen, der diesen Schimmelüberzug beseelt; der, nachdem er Jahrmillionen hindurch der Sklave des allmächtigen Lebensdranges gewesen ist, sich in dem höchsten Vertreter dieses Dranges zum Herrn der Schöpfung gemacht und einen Eroberungszug durch Zeit und Raum angetreten hat, der selbst vor dem Sirius nicht Halt macht. Hat er ihn nicht spielend erreicht und ihn seiner Geheimnisse entkleidet? [1]) Und wohin dieser Zug führen, welche Reiche er uns zu Füßen legen wird, wer möchte das auch nur zu ahnen sich vermessen!

Kindlich einfach sind — anscheinend — die Mittel, mit denen wir uns geistig zu Herren des Weltalls aufschwingen. Die photographische Platte: kann man sich etwas Einfacheres denken? Und doch, was leistet sie! Nehmen wir z. B. die Anzahl der Sterne bis zur 9. Größe, welche die Greenwicher Sternwarte für die Gegend zwischen 65 und 70° nördlicher Deklination zeigt, als Einheit an, so enthüllt uns die photographische Platte nach nur 20 Sekunden Belichtung an derselben Stelle $5^1/_2$mal so viel Sterne. Bei sechs Minuten Exposition erscheint die $15^1/_2$fache, bei 40 Minuten die 75fache Anzahl der Sterne auf der Platte; ein wunderbares Mittel, um ungeahnte Tiefen der Schöpfung mit der Leuchte der Forschung zu erhellen.

Woher diese Überlegenheit der Photographie über das Auge? Unser Sehorgan kann kaum eine Minute lang einen Lichteindruck auf sich wirken lassen, ohne die ermüdete Pupille zu schließen; es sieht daher nichts von diesen letzten schwachen Lichtwellen, die Jahrhunderte gewandert sind, ehe sie ein empfangendes Auge treffen. Die photographische Platte können wir stundenlang der Wirkung derselben aussetzen, bis endlich die ununterbrochen eintreffenden Lichtwellen, so kraftlos jede einzelne auch sein mag, sich summiert haben zu einer beim Entwickeln sichtbar werdenden Schwingung des irdischen Silbers: an ihm verrichteten Kräfte, die vor Jahrhunderten auf weltenfernen Sonnen gewaltet, dabei vielleicht Planetensysteme zertrümmert und Generationen denkender Wesen vernichtet haben, eine letzte Arbeit, aus der wieder denkende Wesen

[1]) S. Jahrbuch I, S. 24.

die Geschichte jener Weltkatastrophe herauslesen können.

Mittels der Photographie hat der durch seine Planetoidenentdeckungen bekannte Prof. M. Wolf kürzlich ein neues Forschungsgebiet in Angriff genommen. Es handelt sich um die systematische Durchforschung des Himmels nach Nebelgebilden, deren Natur noch in mancher Hinsicht schwierig zu lösende Rätsel einschließt. Professor Wolf hat seine Untersuchungen mit dem Nebelhaufen im Sternbilde „Haar der Berenike" (östlich vom Bootes und Arktur gelegen) begonnen. Im ersten Bande der „Publikationen des Astrophysikalischen Observatoriums Königstuhl-Heidelberg" berichtet er über die Ergebnisse seines ersten Versuches. Ein Gebiet von 30 Quadratgraden, der 1400. Teil des ganzen Himmelsgewölbes, zeigt in einer mit dem großen Heidelberger Teleskop gemachten Aufnahme nicht weniger als 1728 deutliche Nebel, während bisher auf dieser Fläche nur etwa 80 bekannt waren. Durch Vergleichung mehrerer Aufnahmen ist die Nebelnatur dieser Gebilde sichergestellt.



Der Andromedanebel.

Die Nebel auf dieser Platte zeigen eine ganz ungleichmäßige Verteilung. Drei Viertel der Aufnahme enthalten, bald dichter, bald dünner gesät, etwa die Hälfte aller Nebel, während die übrigen 850 sich auf einem nur 7 Quadratgrade umfassenden Gebiete gegen ein Zentrum so zusammendrängen, daß auf einer Fläche nicht größer als die Vollmondsscheibe 127 Nebel stehen und auf die fünffache Mondfläche, etwa 1 Quadratgrad, an dieser dichten Stelle über 300 solcher Himmelswolken kommen.

Die Fläche, welche diese 300 innersten Nebel bedecken, zeigt längliche Gestalt und dehnt sich $1^1/_2{}^0$ in der Richtung von Ostnordost gegen Westsüdwest aus. Eine ähnliche, mit der Gestalt des Andromedanebels vergleichbare längliche Form zeigen auch ziemlich viele Einzelnebel dieser Gruppe. Es gibt im ganzen 334 Nebel dieser Form in dem Haufen und die überwiegende Mehrzahl von ihnen ist merkwürdigerweise ähnlich gerichtet wie das Zentrum der Gruppe. — Sehr viele Nebel zeigen runde Formen mit dichterer Mitte, von der zuweilen gewundene oder spiralige Schwingen ausgehen. Andere sind rund, aber kernlos und den planetarischen Nebeln zuzurechnen. Der Durchmesser der meisten Gebilde ist nur klein, noch nicht eine halbe Bogenminute oder nur einige Sekunden groß, doch kommen auch, besonders unter den unregelmäßig gestalteten, solche mit Durchmessern von mehreren Minuten vor. Auf die wirkliche Größe dieser Nebelwelten gestatten diese Maße keinen Schluß, da wir ihre Entfernung vom Sonnensystem nicht kennen. — Nicht selten ziehen sich über die Nebel und Sterne dünne fadenförmige Streifen, die vielleicht mit den in den „Plejaden" photographisch entdeckten geradlinigen Nebelstreifen verwandt sind. Möglicherweise sind diese von Professor Wolf als „Ketten" bezeichneten Gebilde Nebelscheiben, auf die wir nicht von oben oder unten, sondern genau von der Kante sehen, in welcher Perspektive uns ja zeitweise auch der Ring des Saturn als feiner Strich erscheint.

Der Schwerpunkt dieser ganzen Nebelwelt im „Haar der Berenike" fällt ziemlich mit dem Milchstraßen-Nordpol zusammen. Ob das Zufall ist oder auf physischen Ursachen beruht, läßt sich aus dieser einen Aufnahme noch nicht entnehmen. Vielleicht verhilft die Untersuchung der übrigen von Professor Wolf beabsichtigten Aufnahmen zu einer Entscheidung darüber. Wahrscheinlich werden sich auf den 33 ausgewählten Himmelsregionen mehr Nebel ergeben, als jetzt am ganzen Himmel gezählt sind, auch wenn jede Gegend durchschnittlich nur ein Fünftel des Reichtums an Weltnebeln ergeben sollte, welchen die erste Platte uns offenbart hat.

Schwindelerregende Perspektiven in die Weite und den Reichtum der Welt eröffnen sich hier. Nehmen wir, sagt A. Berberich, die durchschnittliche Nebelzahl einer Aufnahme wie die aus Coma Berenices, die dreißig Quadratgrade umfaßt, zehnmal kleiner an, als sie hier ist, also zu 170, so würden die aufzunehmenden 33 Regionen etwas über 5000 Nebel enthalten. Diese Flächen zusammen messen aber erst 1000 Quadratgrade, also noch nicht den 20. Teil der nördlichen Himmelshälfte, die somit wenigstens 100.000 Nebel enthalten muß. Ebenso hoch hat vor einigen Jahren Keeler, der leider so früh verstorbene Direktor der Lick-Sternwarte, die Anzahl aller Nebel am ganzen Himmel geschätzt. Man darf sich nach obigem nicht wundern, wenn schließlich, mit noch verbesserten Mitteln, die Zahl der Nebelflecken eine Million erreichen würde.

Und was umschließt nun wiederum ein einziger dieser schwachen Lichtnebel! Im Sternbilde des Zentauren am südlichen Himmel zeigt sich dem bloßen Auge ein nebeliger Stern 4. Größe. Er besteht, wie das Fernrohr zeigt, in Wirklichkeit aus einem großen Sternhaufen, dessen einzelne Sterne so dicht gedrängt stehen, daß ihr Licht für kleinere Ferngläser in den mittleren Teilen des Haufens zusammenfließt, während ringsum ein Schwarm einzelner Sterne steht. Das Ganze besitzt einen Durchmesser, der etwas größer als der der Mondscheibe ist, und bildet den prachtvollsten Sternhaufen, der sich am ganzen Himmelsgewölbe befindet. Erst die Photographie hat uns befriedigende Darstellungen dieser Sternenwelt — denn eine ganze Welt für sich ist es — geliefert. Eine Aufnahme, die mit sechsstündiger Exposition an einem sehr mächtigen photographischen Fernrohr auf dem Bergobservatorium zu Arequipa in Peru (s. Abb. Band I, S. 46) gemacht wurde, zeigt die einzelnen Sterne auch im Zentrum des Haufens; ihre Zahl beträgt 6389. Was das sagen will, erkennt man, wenn man sich erinnert, daß ein gutes Auge an dem gesamten in Nordeuropa sichtbaren Himmelsgewölbe höchstens 4000 Sterne wahrnehmen kann.

Mehr als 6000 Sterne jenes Haufens sind schwächer als 12. Größe und auch von den übrigen erreicht keiner die 8. Größe. Und dennoch sind es offenbar lauter selbstleuchtende Sonnen, deren Entfernung von der Erde nur unermeßlich groß ist. Höchst überraschend ist die Tatsache, daß nach Ausweis der seit elf Jahren angefertigten Photographien die Helligkeit vieler Sterne dieses Haufens rasche Änderungen zeigt. Die genauen Vergleichungen der zu verschiedenen Zeiten gemachten Aufnahmen ergeben, daß nicht weniger als 128 veränderliche Sterne vorhanden sind, von denen mehrere außerhalb des Haufens stehen, sich nun aber durch ihre Veränderlichkeit als dazugehörig verraten. Das Merkwürdigste an diesem Lichtwechsel ist, daß er sich mit einigen Ausnahmen in weniger als 24 Stunden vollzieht und daß bei etwa einem Drittel der Sterne die Zunahme der Helligkeit äußerst schnell, selbst in weniger als einer Stunde geschieht. Diese Lichtwechsel vollziehen sich nicht für den ganzen Sternhaufen oder auch nur für einzelne seiner Gruppen nahezu gleichmäßig, sondern jeder Stern pulsiert in seiner Helligkeit gesondert, unbekümmert um seine Nachbarn. Professor Bailey hält nach seinen eingehenden Untersuchungen über den Lichtwechsel in diesem Sternhaufen es für völlig ausgeschlossen, daß die Lichtänderungen etwa von dem teilweisen Verdecken des leuchtenden Gestirns durch einen ihn umkreisenden Planeten hervorgebracht werden. Man muß vielmehr annehmen, daß dort wirkliche Lichtänderungen vor sich gehen, hervorgerufen entweder durch umlaufende Körper, welche bei großer Annäherung gewaltige Glutausbrüche auf den einzelnen Sternen erzeugen, oder durch ungleiche Leuchtkraft verschiedener Stellen ihrer Oberfläche, die bei der Rotation nacheinander an unserem Auge vorüberziehen. Auch in anderen Sternhaufen hat man ähnliche rasche Lichtwechsel schon entdeckt. Es müssen dort also höchst eigenartige Naturverhältnisse obwalten, völlig abweichend von dem, was wir hier in „unserer Welt" kennen.[1])

Um sehr viele Nebel herum zeigt sich, wie schon von dem großen Beobachter W. Herschel bemerkt wurde und die photographischen Aufnahmen der neueren Zeit bestätigt haben, im allgemeinen eine sternenlose oder sternenarme Zone, während im Nebel selbst die Zahl der Sterne wieder zunimmt. Als Beispiele für die Gültigkeit dieser Regel können neben zahlreichen anderen der Orionnebel, der sich nach den Beobachtungen des astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam mit einer Geschwindigkeit von 5 bis 6 Kilometern in der Sekunde auf uns zu bewegt, ferner der große, von M. Wolf im Schwan entdeckte und nach seiner Form benannte „Amerikanebel" angeführt werden.



Innerste Partie des großen Andromedanebels.

Die bekannten helleren Sterne zeigen keine Abhängigkeit von den Nebeln und deren Grenzen, sondern sind gleichmäßig über die an kleineren Sternen reichen und armen Stellen verteilt und kommen an letzteren noch besonders zur Geltung. Sie liegen also höchstwahrscheinlich nicht in derselben Entfernung vom Sonnensystem wie die Nebel und die kleinen Sterne, sondern sind uns erheblich näher und bilden nicht mit jenen zusammen ein gemeinsames Ganzes, das sich umgestaltet und entwickelt nach bisher unbekannten Gesetzen. Indessen zeigen nicht alle Nebelflecke eine solche Sternenarmut an ihren Grenzen, namentlich scheinen sämtliche zum Typus des Andromedanebels gehörigen völlig ohne Einfluß auf die Sternenfülle in ihrer Umgebung zu sein. Woher dieser Unterschied rührt, entzieht sich noch völlig unseren Ermittlungen.

Die Nachbarn des Sonnensystems.

Das schier unerschöpfliche Gewimmel unendlich entfernter Sternhaufen und Nebelflecke, zahlloser,

[1]) Gaea 1903, Heft 1, S. 53.



Amerikanebel im Schwan.

teils werdender, teils fertiger Welten ist geeignet, in uns das Gefühl der Vereinsamung auf unserer winzigen Inselscholle im unermeßlichen Weltraum hervorzurufen. Gleichsam hilfesuchend schweift der Blick nach den nächsten Nachbarn unserer Sonne herüber, und zum Glück läßt die Forschung unsere Wißbegier auch hier nicht im Stich. Lange Zeit erwiesen sich alle Bemühungen der Astronomen, die Entfernung eines Fixsterns von der Erde messend zu bestimmen, als vergeblich, bis es endlich gelang, die erste Parallaxe, d. h. den Winkel, unter welchem, vom Sterne aus gesehen, der Halbmesser der Erdbahn erscheint, zu messen und damit den Abstand des Sternes von uns zu berechnen. Die Schwierigkeit des Verfahrens beruht darin, daß dieser Winkel in allen bisher untersuchten Fällen kleiner ist als der 60. Teil einer Bogenminute oder der 3600. Teil eines Grades, also noch keine Sekunde beträgt.[1] Bessel z. B. hatte die Parallaxe des Sternes 61 im Schwan auf 0″329 und 0″358, Auwers auf 0″339 bestimmt. Jüngst vorgenommene Messungen von Schur ergaben eine solche von 0″6 (d. h. $^6/_{10}$ einer Bogensekunde), nach einer zweiten Berechnung von Peter zwischen 0″3 und 0″33; sie könnte vielleicht auch noch einige Hundertstel Bogensekunden größer sein. Auf photographischem Wege wurde für den Stern eine Parallaxe von 0″433 bis 0″434 ermittelt. Je nach Annahme des einen oder anderen Resultates für die Parallaxe ergibt sich eine Entfernung des Gestirns um $9^3/_7$ Lichtjahre (Bessel) oder um 6 Lichtjahre (Auwers) von uns. Durch Wiederaufnahme der Messungen mit immer vollkommeneren Instrumenten und Methoden sucht man die Ergebnisse dieser Messungen allmählich genauer zu machen, doch bleiben die Entfernungen immer nur ungefähre.

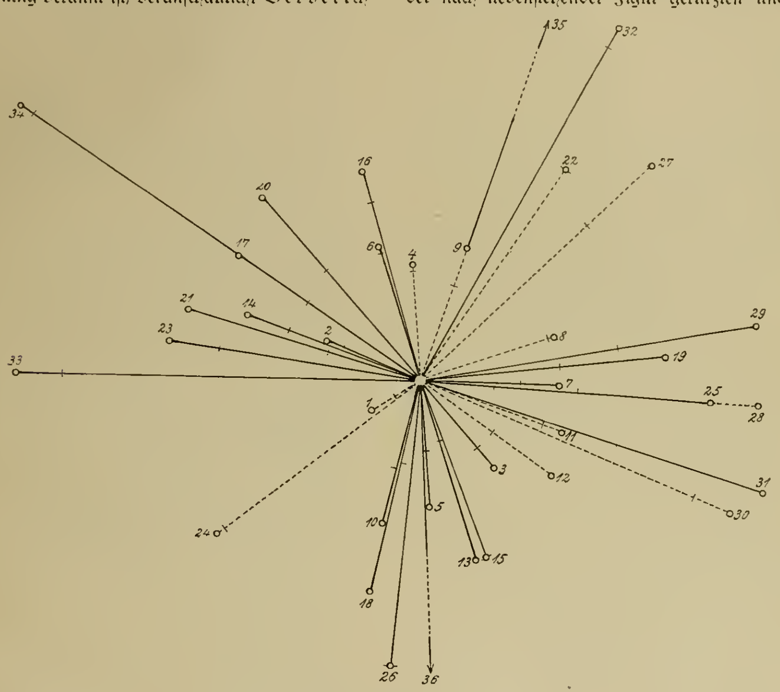
Der Astronom A. Berberich hat kürzlich die Resultate dieser Bemühungen bei 36 Fixsternen zusammengestellt,[1] um ein Bild von ihrer Entfernung und räumlichen Verteilung zu geben. Man sollte nun meinen, daß sich die Entfernungen am ehesten bei den größten Sternen herausstellen müßten. In vielen Fällen haben jedoch die Messungen selbst bei Sternen 1. Größe wie Kanopus, Rigel, Spika, Deneb nicht die geringste Änderung des Sternortes am Himmel verraten, wenn man die Messungen, wie üblich, in Zeitabständen von einem halben Jahre, also von zwei etwa 300 Millionen Kilometer entfernten Standorten aus, wiederholte. Auch da, wo die Entfernung sich als meßbar erwies, überstieg sie alle Maßstäbe innerhalb unseres Sonnensystems so sehr, daß man, um

[1] Leider erlaubt der Raum nicht, die manchen Leser sicherlich interessierende Methode dieser Messungen hier elementar darzustellen. Wir verweisen dafür auf Littrow, Wunder des Himmels, 8. Auflage von Prof. Edm. Weiß, Berlin 1897, 1. Abteil., Kap. V, und 2. Abteil, Kap. XV, wo eine möglichst klare Darstellung gegeben ist.

[1] Das Weltall, III. Jahrg., 1. und 2. Heft. Siehe Tabelle 1 im Anhang.

sie auszudrücken, neue Maßstäbe schuf. Man bedient sich zum Ausdruck dieser Abstände entweder der „Siriusweite", der Entfernung des hellsten Fixsterns, des Sirius, von der Sonne, welche durch die Bemühungen David Gills, des Direktors der Kap-Sternwarte, mit 83 Billionen Kilometern sehr zuverlässig festgestellt ist, oder des „Lichtjahrs", d. h. der Strecke, welche das Licht in einem Jahre zurücklegt. Eine Siriusweite ist gleich 8·6 Lichtjahren, indem das Licht zur Zurücklegung der Strecke von 83 Billionen Kilometern etwa 8·6 Jahre gebraucht.

Die Verteilung der 36 Sterne, deren ungefähre Entfernung bekannt ist, veranschaulicht Berberich



Entfernung der nächsten Fixsterne von d r Sonne.

mittels einer einfachen Figur, in der eine Siriusweite durch 20 Millimeter dargestellt ist. Um ein Bild der räumlichen Anordnung unserer 36 Nachbarn zu bekommen, muß der Leser sich die Sterne teils ober-, teils unterhalb der Blattfläche stehend denken. Auf jeder der vom Zentrum, der Sonne, ausgehenden Abstandslinien ist durch einen kleinen Querstrich die Stelle angezeigt, über oder unter welcher der betreffende Stern eigentlich stehen würde. Die am Ende der vollen Linien stehenden Gestirne sind nördliche, die mit gestrichelten Abständen südliche. Steht der Querstrich nicht weit vom Sternpunkt, so befindet sich der Stern unweit der Äquatorebene, in der Figur also nahe der Papierfläche. In der beigegebenen Tabelle (s. Anhang 1) ist Name und Größe der Sterne, ihre Entfernung von der Sonne in Siriusweiten (Sir.) und Lichtjahren (L. J.) und ihre Lage über oder unter den Querstrichen in Millimeter enthalten.

Es würde dem dafür sich interessierenden Leser nicht schwerfallen, mit Hilfe von Nadeln von entsprechender Länge, die auf den Querstrichen der Figur festgesteckt werden, das räumliche Bild der Sternverteilung erst an der nördlichen, dann an der südlichen Himmelshalbkugel zu gewinnen. Noch besser würde man vermittels 18 Drähte, die in ihrer Hälfte zu einem Knoten verschlungen sind, die wahre Lage der 36 Fixsterne darstellen können. Der Knoten gäbe die Lage der Sonne, die Enden der nach nebenstehender Figur gekürzten und nach Angabe der Tabelle nördlich oder südlich von der Äquatorebene eingerichteten Drähte die Stellung der Gestirne an. Dabei würden sich Nachbarsterne, z. B. 3, 5 und 10 oder 4 und 6, ferner 19 und 25 als solche herausstellen, während die auf dem Papier scheinbar benachbarten, wie 28 und 29 oder 30 und 31, in Wirklichkeit sehr weit auseinander stehen. Aus der Tabelle ersieht man, daß es vorwiegend schwächere, zum Teil mit bloßem Auge nicht mehr sichtbare Sterne sind, die zur Nachbarschaft unserer Sonne gehören. Nur zehn unter den 36 sind heller als 2. Größe und von ihnen gehören mehrere zu den entferntesten.

Fast alle diese näheren Sterne zeichnen sich durch beträchtliche Eigenbewegungen aus. So besitzt z. B. Nr. 22 eine wahre Geschwindigkeit von 110 Kilometer in der Sekunde, Nr. 11 von 120, Nr. 9 und 29

von 130 und Nr. 23 gar von 200 Kilometern in der Sekunde, rasende Tempi, mit denen keine irdische Bewegung, nicht einmal die berühmten Schnellfahrten auf der Berlin-Zossener Militärbahn mit ihren 210 Kilometern in der Stunde, auch nur im entferntesten in Vergleich zu stellen ist. Als Beispiel eines hellen, aber sehr weit entfernten Sternes mit großer Bewegung ist der Arktur im Sternbild Bootes zu nennen. Nach Elkins Messungen würde der Abstand dieses Gestirns von der Sonne im Maßstabe unserer Figur 52 Zentimeter betragen, entsprechend 16 Siriusweiten oder 135 Lichtjahren; seine Geschwindigkeit soll sich auf 450 Kilometer in der Sekunde stellen. Die Oberfläche des Arktur müßte 10.000mal mehr Licht ausstrahlen als die der Sonne und, da nach Ausweis des Spektroskops die physikalischen Zustände auf beiden Weltkörpern die gleichen sind, auch 10.000mal so groß sein wie die Sonnenoberfläche. Selbst wenn Arktur nur halb so weit entfernt wäre, bliebe er noch ein Riesenball von vieltausendfacher Sonnengröße, dem gegenüber die ganze auf unserer Figur verzeichnete Nachbarschaft der Sonne nichts als ein Häuflein winziger Sternchen darstellte.

Eine wundervolle Beobachtung, welche unsere Anschauung über den Kreis der mit unserem Sonnensystem verbundenen Gestirne riesig erweitert, hat jüngst der Astronom der Kap-Sternwarte, der als ein sehr genauer Beobachter und vorsichtiger Forscher bekannte David Gill, veröffentlicht. Durch sehr sorgfältige Vergleichung des Kapkatalogs von 8560 Sternen mit einigen anderen früheren genauen Sternkatalogen kam er zu dem Schlusse, daß wahrscheinlich die helleren und uns im allgemeinen näheren Sterne des Himmels, hauptsächlich diejenigen, welche mit bloßem Auge sichtbar sind, eine gemeinsame Drehung um ein bestimmtes Zentrum ausführen. Sie bilden also eine Sternenwelt für sich, der auch unser Sonnensystem angehört, während die entfernteren, lichtschwächeren Sterne Bewegungen zeigen, die hiemit nicht übereinstimmen und dadurch bekunden, daß sie in keiner näheren Beziehung zu dem Schwarm der helleren Sterne stehen. (Astronomische Nachrichten, Nr. 3800.) Welche Wichtigkeit für die Zukunft werden die jetzt vorliegenden genauen Sternkataloge der Astronomischen Gesellschaft mit ihren genauen Positionen von 130.000 Sternen erst gewinnen, wenn sie nach Jahrhunderten zu gleichen Untersuchungen verwendet werden können!

Welt-Entstehen und -Vergehen.

Weltkatastrophen, wie sie sich uns durch das im I. Jahrgang mitgeteilte und ausführlich besprochene Aufleuchten eines neuen Sternes, dort der Nova Persei, kundgeben, scheinen durchaus nicht so selten zu sein, wie man früher annahm. Im letzten Jahrzehnt, seit 1892, sind sieben neue Fixsterne bekannt geworden, 1892 die recht bemerkenswerte Nova Aurigä (im Wagenlenker), 1893 die Nova Normä, 1895 die Nova Carinä und die Centauri, 1898 die Nova Sagitarii (im Schützen), 1899 die Nova Aquilä (im Adler), 1901 die sie alle übertreffende Nova Persei; ihnen schließt sich die 1903 entdeckte Nova Geminorum (im Sternbilde der Zwillinge) an. Daß diese Häufung in letzter Zeit nur der Vervollkommnung unserer Beobachtungsmittel zu verdanken, also nur eine scheinbare ist, während in Wirklichkeit die neuen Sterne immer so häufig aufgetreten sein werden, zeigt so recht die Entdeckungsgeschichte der letzten Nova, die uns ohne die photographische Platte sicher unbekannt geblieben wäre und sich ohne das Spektroskop nicht so rasch als neuer Stern zu erkennen gegeben hätte. Der Stern zeigte sich zuerst auf einer unter Professor Turner in Oxford aufgenommenen Platte vom 16. März als Stern 8. Größe, der in der sogenannten Bonner Durchmusterung fehlte. Da dieser Sternkatalog nur die Fixsterne bis zur 9. Größe enthält, so konnte der entdeckte möglicherweise auch ein veränderlicher Stern sein, der zur Zeit der Anfertigung des Katalogs unter 9. Größe gewesen war. Die Untersuchung des Spektrums ließ jedoch bald erkennen, daß man es mit einer Nova zu tun hatte, denn das Sternlicht ließ nur oder vorwiegend Gase, namentlich Wasserstoff leuchten. Die Photographie brachte schnell eine Bestätigung dieser Annahme.

Professor Pickering, der Direktor der Harvard-Sternwarte in Nordamerika, ließ auf die Kunde von der Entdeckung 67 Platten der Himmelsgegend, in der die Nova stand, aus der Zeit vom 3. März 1890 bis zum 1. März 1903 entwickeln und nachsehen. Auf keiner wurde eine Spur des Sternes gefunden, obwohl die meisten Platten Sterne bis unter die 12. Größe zeigten. Damit ist der Charakter des Sternes als Nova über jeden Zweifel erhoben. Auf einer Platte vom 6. März 1903 zeigte sich dagegen an der Stelle der Nova ein Stern 5. Größe und von da bis zum 15. März war er, allmählich bis zur Größe 7·5 abnehmend, auf vielen Platten nachweisbar. Ob er nicht vor dem 6. März noch beträchtlich größer gewesen, läßt sich leider nicht feststellen; denn eine Platte vom 2. März enthielt den Stern ebenfalls noch nicht und vom 3.—5. war es in Cambridge trübe, ein Umstand, der die sonst systematisch betriebenen unaufhörlichen Aufnahmen des ganzen dort sichtbaren Himmelsteiles für diese Abende verhinderte.

Vom 16. März, dem Tage der Entdeckung, an hat die Nova, unter Schwankungen allerdings, weiter an Größe abgenommen. Nach einer spektroskopischen Aufnahme vom 29. März entfernt sie sich mit einer Geschwindigkeit von 520 Kilometern von der Erde; ihr Spektrum gleicht auffällig dem der Nova Persei vom Ende März 1901. Von dem aufsteigenden Teile seiner Lichtkurve ist gar nichts bekannt; wenn er, obwohl vielleicht noch heller als ein Stern 5. Größe, also jedenfalls mit bloßem Auge sichtbar, während der kurzen Zeit seiner größten Lichtfülle nicht aufgefunden wurde, so beweist das nur, wie wenige gute Kenner der schwächeren Sterne des Firmaments es gibt. Wenn in ein so großes, an Sternen 5. Größe reiches Sternbild, wie das der Zwillinge, ein neuer Stern 5., vielleicht gar 4. Größe tritt, so ändert das für den flüchtigen Beobachter gar nichts an dem Gesamtansehen der Konstellation. Die Nova Geminorum paßt auch insofern in die bekannte Reihe der neuen Sterne, als ihre Entfernung von der Milchstraße sehr

gering ist; sie steht nahe am Nordrande der in den Zwillingen allerdings nur schwach leuchtenden Milchstraße.[1])

Was ist nun inzwischen aus der herrlichen, vor $2^1/_2$ Jahren als Stern 1. Größe mit den leuchtendsten Welten des Nachthimmels wetteifernden **Nova Persei** geworden? Sie war, schon als sie im Juli 1902 wieder aus den Strahlen der Sonne hervortrat, ein Sternchen 10. Größe und ist seitdem in der Reihe noch tiefer gesunken; ja sie ist wahrscheinlich gar kein Stern mehr, sondern ein **Nebelgebilde** geworden. Man schließt das aus folgender Betrachtung. Der Astronom **Barnard** von der Yerkes-Sternwarte sah sich im Jahre 1900 bei Beobachtung der 1892 erschienenen Nova Aurigä, die damals bereits zum Stern 13. Größe herabgesunken war, gezwungen, das Okularende des Fernrohrs etwas weiter auszuziehen als bei der Betrachtung anderer Fixsterne. Dieselbe, durch die spektrale Zusammensetzung des Lichtes bedingte Eigentümlichkeit konnte damals außerdem bei einer großen Anzahl planetarischer Nebel festgestellt werden. Die Nova Persei ließ bis zum 29. August 1902 einen ähnlichen Unterschied im Vergleich zu benachbarten Sternen nicht erkennen; dagegen erschien Anfang Oktober des Jahres die Farbe der Nova entschieden blauer als bisher und es zeigte sich, daß sie sich nicht mehr gleichzeitig mit einem Nachbarsterne zusammen im Fernrohr scharf einstellen ließ. Auch für **ihr** Licht ist nun die Fokallänge größer als für andere Fixsterne und damit ist sie der Nova Aurigä und den planetarischen Nebeln durchaus ähnlich, ja wahrscheinlich selbst zu einem der letzteren geworden, indem sich ihre Bestandteile völlig in Gas aufgelöst haben. Dagegen hat die spektroskopische Untersuchung der riesig ausgedehnten Nebelmassen, welche die photographische Platte in der Umgebung unserer Nova aufdeckte (s. Abb. Jahrb. I, S. 19), ergeben, daß es sich hier nicht um entzündete Gasmassen handelt, sondern um ein Reflektieren des vom neuen Stern plötzlich in den umgebenden Weltraum flutenden Lichtes durch fein verteilten Weltstaub. Dazu stimmte auch die Geschwindigkeit der von den verschiedenen photographischen Aufnahmen registrierten Fortpflanzungsgeschwindigkeit jenes Lichtscheines, welche der Geschwindigkeit des Lichtes entsprach.

Es gewinnt nach diesen Beobachtungen wiederum die Erklärung, daß die Nova Persei aus dem Zusammenstoß zweier Weltkörper hervorgegangen ist, an Wahrscheinlichkeit. Es mag sich also im Sternbilde des Perseus — etwa zur Zeit des Dreißigjährigen Krieges — ein Vorgang abgespielt haben, dem manche Forscher auch die **Entstehung unseres Sonnensystems** zuschreiben.

„Die vorzüglichste Theorie," schreibt Eugen **Tornow**,[2]) „welche an Klarheit und Vollständigkeit nichts zu wünschen übrig läßt, ist die folgende. Im Weltenraum, mit seinen unzähligen durcheinander wirbelnden Himmelskörpern, ereignen sich jedenfalls, mal hier, mal hier, Zusammenstöße. Ein solcher Zusammenstoß gibt nun die beste Erklärung der Entstehung unseres Sonnensystems. Zwei Sterne, noch leuchtend oder schon erkaltet, trafen durch die Richtung ihrer Bahnen und vermöge ihrer Anziehungskraft gegeneinander und erzeugten dadurch nicht nur eine enorme Wärme, welche ihre jetzt vereinigten Massen in Dampf verwandelte und zu kolossalen Dimensionen ausdehnte, sondern schufen auch die Umdrehung des Ganzen durch einen etwas exzentrischen Zusammenstoß.

Es ist hier nicht von der Entstehung des **Stoffes** gesprochen, aus dem die Welt besteht; dieser ist, im Gegensatz zu Kants Ansicht (?), ewig; sondern nur von der **Form**entstehung unseres und anderer Sonnensysteme.

Ein aus sehr großer Entfernung lediglich durch die beiderseitige Anziehungskraft getriebener Körper erreicht die jetzige Sonnenoberfläche mit einer Geschwindigkeit von etwas über 600 Kilometer in der Sekunde; mit einer ähnlichen Schnelligkeit sind die beiden, die Gesamtmasse der Sonne und ihrer Planeten bildenden Himmelskörper, vor vielen Millionen, vielleicht Billionen Jahren aufeinander getroffen.

Interessant ist die Folgerung aus der in den letzten Jahrzehnten erkannten Unvergänglichkeit des Stoffes: daß unser eigener Körper diese über alle Maßen großartige Katastrophe, die Entstehung unseres Sonnensystems, mitgemacht hat, ja unzählige vorhergehende ähnliche ebenfalls!"

Revision an Kant-Laplace.

Mit großer Offenheit hatte seinerzeit **Newton** erklärt, daß er die der Sonne und allen Planeten gemeinsame Drehung und die gleiche Richtung der Bewegung dabei aus Naturgesetzen zu erklären nicht vermöge; er sehe sich genötigt, die Entstehung dieser Vorgänge dem Willen einer höheren Kraft zuzuschreiben. Erst nahezu 100 Jahre später hat **Kant** und nach ihm, wahrscheinlich als sein Plagiator, **Laplace** die jetzt unter ihrer beider Namen gehende Idee vom Ursprung des Planetensystems vorgetragen. Für Leser, welche sich diese Lehre in Kürze vergegenwärtigen wollen, verweisen wir auf die geistreiche, an neuen Gesichtspunkten reiche Darstellung, welche M. W. **Meyer** im letzten Kapitel seines prachtvollen Werkes „Die Königin des Tages und ihr Reich — Astronomische Unterhaltungen über unser Planetensystem und das Leben auf anderen Erdsternen" gibt.[1]) Hier wollen wir auf die **Zweifel** eingehen, welche sich neuerdings **an der Richtigkeit der Kant-Laplaceschen Lehre** erhoben haben.

Diese Zweifel gründen sich hauptsächlich auf die Bewegung der vier Uranusmonde, welche von der in unserem Planetensystem vorwaltenden Bahnlage und Bewegungsrichtung gänzlich abweicht, und auf die noch entschiedenere Abweichung der Bewegung des Neptunmondes, welcher sogar eine rückläufige, der allgemeinen Laufrichtung im Planetensystem entgegengesetzte Umlaufsbewegung um seinen Zentralplaneten vollführt. Auch die Bewegung des innersten Marsmondes, dessen Um-

[1]) Himmel und Erde, XV. Jahrg. 1903, Heft 9.
[2]) Das Weltall, III. Jahrg., Heft 5.

[1]) 2. Auflage, Teschen, Prochaskas Salon-Bibliothek.

laufszeit um den Zentralplaneten mehr denn dreimal kürzer ist als die Umdrehungszeit des Mars selber, scheint mit den Grundannahmen Kants und seiner Nachfolger nicht vereinbar zu sein. Ferner weichen nicht wenige der zwischen Mars und Jupiter schwebenden kleinen Planeten in der Lage und Gestalt ihrer Bahnen erheblich von dem bei den übrigen, besonders allen größeren Planeten überwiegenden Bahncharakter ab. Dazu kommt die folgende, erst kürzlich festgestellte Abweichung bei einem der äußersten großen Planeten.

Bisher ließen sich die Umdrehungszeiten dieser Planeten auf keine Weise feststellen, da es sich als unmöglich erwies, auf der Oberfläche des Uranus oder Neptun Punkte aufzufinden, deren Bewegung auf Zeit oder Richtung der Umdrehung schließen ließ. Deslandres in Meudon ist infolgedessen auf eine andere Methode verfallen. Es ist schon im ersten Bande des Jahrbuches (S. 16) darauf hingewiesen, daß man aus der Verschiebung der Linien des Spektrums bei Sternen auf ihre Eigenbewegungen im Weltraume schließen kann. Diesen Umstand benützend, beobachtete Deslandres im Spektroskop die Verschiebungen des Streifenspektrums der Planetenscheibe, die dadurch entstehen, daß sich von den beiden Enden des Äquatordurchmessers infolge der Rotation des Planeten das eine uns nähert, das andere von uns entfernt. Dadurch wird eine Verzerrung des Spektralbandes hervorgebracht, die den Anschein erweckt, als ob dieses Spektrum nicht mehr von einer kreisförmigen Scheibe, sondern von einer etwas geneigten Ellipse herrühre, und diese Verschiebungen gestatten einen Schluß auf die Richtung und Geschwindigkeit der Rotation. Eine Prüfung dieser Methode an Jupiter, dessen Rotationszeit bekannt ist, ergab ein mit den anderweitig erhaltenen Zahlen gut übereinstimmendes Resultat, so daß man auch dem für den Uranus nach dieser Methode gewonnenen Ergebnis trauen kann. Und da zeigt sich denn, daß dieser Planet, ebenso wie seine Monde, rückläufige Bewegung hat, d. h. die Richtung ihrer Bewegung ist die entgegengesetzte wie die der übrigen Planeten und Monde. Diese Tatsache war zwar nach der Bahnlage der Monde zu erwarten, ist aber — und darin beruht ihre große Bedeutung — mit der Kant-Laplaceschen Nebularhypothese anscheinend ganz unvereinbar.

Eine Rettung dieser letzteren versucht unter Berücksichtigung der angeführten Zweifel — mit Ausnahme der letzten, vor kurzem noch unbekannten Tatsache — der bekannte Astronom und Philosoph W. Förster.[1]) Daß die angeführten Ausnahmen und Abweichungen die von Kant angenommene Entstehung unseres Planetensystems aus einer ursprünglichen, das ganze System umfassenden Drehungsbewegung einer zusammenhängenden Masse stark in Frage stellen, kann er nicht leugnen. Ob das aber nicht an einer Verkennung des dauernd richtigen Kerns dieser Annahme liegt?

Professor Förster sucht den Ursprung und das Wesen der Kantschen Kosmogonie an einer Tabelle zu veranschaulichen, welche in abgerundeten Zahlen zeigt, wie im großen und ganzen Lage und Gestalt der Bahnen aller großen Planeten übereinstimmen. Wir sehen hier den Neigungswinkel der Ebene jeder einzelnen Planetenbahn gegen eine gewisse mittlere, durch das Sonnenzentrum gelegte Ebene; daneben sehen wir die Abweichung der mittleren elliptischen Bahngestalt jedes Planeten von der Kreisgestalt, ausgedrückt durch die sogenannte Exzentrizität, d. h. das Verhältnis, in dem der Abstand des Bahnmittelpunktes von der Sonne zu der halben großen Achse der bezüglichen Ellipse steht.

	Neigung	Exzentrizität
Sonnenäquator	5·0°	—
Neigung des Merkur	5·4°	0·206
„ der Venus	1·4°	0·007
„ der Erde	2·0°	0·017
„ des Mars	1·1°	0·093
„ des Jupiter	1·8°	0·048
„ des Saturn	1·4°	0·056
„ des Uranus	1·2°	0·046
„ des Neptun	1·6°	0·009

Sehen wir vom Merkur ab, so zeigt diese Tabelle so übereinstimmend geringe Neigungen der Planetenbahnen gegen eine mittlere, sozusagen ideale Bahnebene und zugleich so geringe Abweichung von der Kreisgestalt, daß in Verbindung mit der übereinstimmenden Bewegungsrichtung fast aller Planeten die Annahme ihres Ursprungs aus einer gemeinsamen Rotationsbewegung unabweisbar erscheint. Jahrhundertelange Beobachtung dieser Bahnneigungen und darauf gegründete Berechnungen haben ergeben, daß diese Neigungen infolge der gegenseitigen Anziehung der Planeten im Laufe der Jahrtausende um einige Grade hin und her schwanken müssen, daß also die Übereinstimmung der Bahnlagen gegenwärtig, selbst wenn sie ursprünglich vollständiger gewesen wäre, gar nicht größer sein kann, als sie in der obigen Tabelle in die Augen fällt, und Ähnliches gilt auch von der Größe der Exzentrizitäten.

Dennoch, meint Förster, folge aus dem Bilde, das unser Sonnensystem bietet, noch lange nicht, daß nun alle Planetensysteme dieselbe Entstehungsgeschichte haben müssen. Die Lage des Sonnenäquators und der Merkurbahn zueinander und zu den übrigen Planetenbahnen sowie die starke Exzentrizität der Merkurbahn leiten von dem einfachen Rotationsbilde zu etwas verwickelteren Betrachtungen, welche durch die Erforschung des Systems Erde—Mond und die Bewegungen der Doppelstern-Systeme zu ergänzen und zu erweitern sind.

Die verhältnismäßig einfache Gestaltung unseres Planetensystems ist offenbar zum großen Teile dadurch entstanden, daß sich im Verlauf der Rotation des ganzen Systems immer nur verhältnismäßig kleine Massen von dem zentralen Kern abgelöst haben; denn die Masse keines der Planeten erreicht ein Tausendstel der Sonnenmasse. Ganz anders hätte die Entwicklung der Planetenbahnen sich gestaltet, wenn statt eines mächtig überwiegenden Zentralkörpers zwei größere, nicht sehr stark voneinander verschiedene Massen aus der Entstehungskatastrophe hervorgegangen wären und sich um

[1]) Mitteilungen der Vereinigung von Freunden der Astronomie und kosmischen Physik, 13. Jahrgang, Heft 1.

einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt zu drehen begonnen hätten.

Das zwischen Sonne und Planeten bestehende Massenverhältnis wiederholt sich auch zwischen letzteren und ihren verhältnismäßig gleichfalls sehr kleinen Monden; nur bei dem engeren System Erde—Mond überwiegt die Masse des Zentralkörpers die losgelöste Masse des Begleiters nicht so kolossal, nämlich nur um ungefähr das Achtzigfache. Deshalb weichen auch die Bewegungsverhältnisse hier von dem einfachen Rotationsbilde des Hauptsystems stark ab: die Neigung der Mondbahnebene gegen den Äquator der Erde beträgt durchschnittlich $23^1/_2{}^0$ und kann periodisch auf $28^1/_2{}^0$ anwachsen. Auch sonst haben sich, allerdings unter Mitwirkung der noch sehr starken Anziehung der nahen Sonnenmasse, im Verlauf der Entwicklung des Erde—Mond-Systems offenbar viel stärkere Veränderungen vollzogen, als sie in irgend einem der anderen Mondsysteme hervorgetreten sind.

Diese letzteren stellen vielmehr in sich und jedes zu seinem Zentralplaneten ebenso einfache und vollkommene Rotationsbilder dar, wie das ganze Planetensystem im Verhältnis zu seinem Zentralkörper, der Sonne. Denn die Ebenen der Bahnen der Mars-, der Jupiter- und der Saturnmonde fallen mit der Äquator- oder Rotationsebene ihres Zentralplaneten noch näher zusammen als die Planeten-Bahnebenen mit der Rotationsebene der Sonne. Ebenso verhält es sich wahrscheinlich mit den Uranus- und Neptunmonden und nur die etwas stärker geneigte Bahn des entferntesten Saturnmondes bildet eine Ausnahme. Auch die Annäherung an die Kreisgestalt der Bahn ist im allgemeinen noch vollkommener, während natürlich auch die Richtung aller Bewegungen in diesen Mondsystemen mit der Rotationsrichtung ihres Zentralkörpers ausnahmslos übereinstimmt.

Somit wäre alles in schönster Ordnung, wenn nicht fast bei allen Mondsystemen die mittlere Lage ihrer Bahnen von der mittleren Ebene der Planetenbahnen selber so erheblich abwiche. Beim Uranusmonde gehen diese Abweichungen bis zum rechten Winkel und bei dem Neptunmonde so weit, daß derselbe sich in entgegengesetzter Richtung zu der allgemeinen Bewegungsrichtung der Planeten um seinen Zentralkörper bewegt. Doch auch daraus läßt sich nach Förster kein entscheidender Beweis gegen die Rotationshypothese ableiten; denn es erscheint sehr wohl mit allen Vorgängen bei der Entstehung der Planetenbahnen verträglich, daß die einzelnen selbständig gewordenen Planetenmassen im Verlauf ihrer Ablösungs- und Gestaltungsstufen besondere Nebenwirkungen erlitten haben.

Wir unterbrechen hier die Darstellung einen Augenblick, um die Frage aufzuwerfen, wie es überhaupt möglich war, daß sich von einem rotierenden Gasnebel Teile abtrennten und die Gestalt abgesonderter, den Zentralkörper umkreisender Planeten annahmen? Nach der Kant-Laplaceschen Idee soll sich bei zunehmender Drehgeschwindigkeit des ursprünglichen Gasballes an seinem Äquator vermöge der zunehmenden Schleuderkraft ein Dunstring losgelöst haben, der sich bald in eine oder in eine Anzahl von Kugeln teilte, die nun als Planeten in der Richtung und mit der Geschwindigkeit des losgelösten Dunstringes um den Gasball sich weiter fortbewegten.

Soll sich von einem Gasball ein solcher äquatorialer Ring loslösen, um später zu einem selbständigen Planeten zu werden, so muß er anfangen schneller zu laufen als die tieferen Teile des Gasnebels; denn nur infolge eines Überschusses von Schwungkraft kann die Loslösung des Ringes stattfinden. Dieses Schnellerwerden der äußeren Schichten konnte entweder von außen durch einen plötzlichen Stoß oder durch ein momentanes Langsamerwerden der tiefer befindlichen Schichten erklärt werden, zwei Voraussetzungen ziemlich willkürlicher Art. M. W. Meyer weist in seinem oben angeführten Werke auf die Unzulänglichkeit dieses Teiles der Kant-Laplaceschen Lehre hin und versucht, einer begründeteren Vorstellung vom Werden der Planetenwelt Platz zu schaffen. Nach ihm mag sich der kugelförmige Nebelfleck, durch das Hineinstürzen kosmischer Massen beständig vergrößert, ungezählte Jahrmillionen zu seiner Aufgabe, die Planetenwelt zu erzeugen, vorbereitet haben, ein Gegenstand des Nachdenkens für die Bewohner anderer entwickelterer Gestirne.

„Aber endlich tritt das erlösende Ereignis ein. Im weiten Fluge durch die öden Räume naht ein größerer Körper, eine Feuerkugel von planetarischer Größe, und streift die Nebelkugel an ihrer Oberfläche. Damals, als sich der Nebel noch mindestens bis an die Grenzen der heutigen Neptunsbahn ausdehnte, war ein solches Zusammentreffen unendlich viel eher möglich, als jetzt etwa ein derartiger Zusammenstoß mit einem Körper des Sonnensystems stattfinden könnte, welcher notwendig seinen Untergang zur Folge haben müßte.

„Der Eindringling reißt einen Teil der Nebelmasse mit sich fort in der gekrümmten Bahn, welche er um den Nebel beschreiben muß. Es wird eine spiralige Windung seiner äußeren Schichten dadurch entstehen, indem alle die übrigen durch den Stoß vorgedrängten Teile des Nebels dem eindringenden Körper nachfolgen. Solche spiralig gewundene Nebel kommen in der Tat am Himmel vor, und jener in den Jagdhunden ist für uns besonders charakteristisch, weil er uns auch den Körper zeigt, welcher durch seinen Zusammenstoß die spiralige Wirkung der ursprünglichen Nebelmasse verursacht hat. Wir sehen hier nämlich sehr deutlich eine größere zentrale Kugel vor uns, neben der eine kleinere schwebt, und zwischen beiden windet sich ein nebelhafter Streifen spiralig hindurch, welcher beide Kugeln verbindet. Daß wir Gebilde dieser Art seltener am Himmel wahrnehmen als rein kugelförmige Nebel, erklärt sich leicht, weil eben letztere offenbar sehr lange warten müssen, bis solch ein Zusammenstoß erfolgen kann, so daß sich unter den Millionen von Himmelskörpern, welche wir sehen, gleichzeitig eine größere Anzahl davon in dieser langdauernden Entwicklungsperiode befinden kann als in der soeben beginnenden der Spiralform, welche nicht lange zu bestehen vermag, sondern bald einer anderen Form Raum geben muß. Denn die einmal vorgeschleuderte Materie der Nebelkugel kann sich mit dieser nie wieder vereinigen ... sie

bleibt in der Nähe derselben, umkreist sie in jener Richtung, welche der Stoß ihr angewiesen hatte, als ein zweiter Nebel, dessen Teilchen unter sich wiederum denselben Gesetzen unterworfen sind wie die der großen Kugel. Das heißt aber nichts anderes, als daß die kleinere Nebelmasse sich allmählich gleichfalls zur Kugelgestalt runden mußte, während gleichzeitig all ihre Teile sich den Keplerschen Gesetzen gemäß um ihr Zentrum bewegten und langsam verdichteten. Der erste Planet hat sich gebildet." Er gibt den Anstoß zur Bildung aller seiner übrigen Brüder.



Spiralnebel in den Jagdhunden; das Bild einer früheren Epoche des Sonnensystmes.

Kehren wir nun zur Widerlegung der Einwände gegen die Theorie von Kant und Laplace zurück, so erscheint vor allem die kaum ein Drittel der Umdrehungszeit seines Planeten selbst betragende Umlaufszeit des innersten Marsmondes auf den ersten Blick völlig unvereinbar mit der Annahme, daß die Entstehung dieses Mondes und seiner Bahn aus der Rotation des Zentralplaneten hervorgegangen sei. Professor Förster versucht diese Unregelmäßigkeit mit Hilfe der kosmogonischen Untersuchungen George Darwins zu erklären.

Dieser hervorragende Sohn des großen Naturforschers hat es sehr wahrscheinlich gemacht, daß unter den inneren Planeten auch Mars und Erde sehr erhebliche Hemmungen ihrer Rotation durch die Ebbe- und Flutwirkung der Sonne erlitten haben. Diese Rotationshemmungen, wenngleich erst nach Hunderttausenden oder Millionen von Jahren deutlich wahrnehmbar, haben höchstwahrscheinlich die Umdrehungszeit der beiden Planeten von wenigen Stunden in ihren Gestaltungsanfängen bis auf die heutige Tagesdauer verlangsamt. In dem System Erde—Mond mußte nun die ganze Weiterentwicklung anders verlaufen als bei Mars, weil Erde und Mond als nicht so sehr an Masse verschiedene Körper sich in ihren Bewegungen gegenseitig beeinflussen und regulieren konnten. Bei dem Mondsystem des Mars fehlte eine ähnliche Gegenwirkung, da die Massen dieser beiden Monde zu klein waren, um eine wenn auch noch so geringe Ebbe- und Flutwirkung auf dem Mars und die dem entsprechenden Gegenwirkungen in Form einer Erweiterung ihrer Bahnen und einer Vergrößerung der Umlaufszeit erfahren zu können. Der innerste Marsmond hat daher die ihm ursprünglich von seinem Zentralplaneten auf den Weg mitgegebene Umdrehungszeit nahezu beibehalten, während der Planet selber unter den flutbildenden Hemmungswirkungen der Sonnenanziehung seine Umdrehungszeit langsam bis zu dem gegenwärtigen Betrage von fast 25 Stunden vergrößerte. Der zweite, entferntere, also wahrscheinlich zuerst entstandene Marsmond dagegen erhielt infolge des sofort eintretenden größeren Abstandes von Mars eine Umlaufsdauer, die größer war als die Zeitdauer der Rotation des Mars, aus der jener Umlauf hervorging.

Die sonnenferneren Planeten Jupiter und Saturn haben trotz ihrer gewaltigen Größe eine viel kürzere Rotationsdauer als Erde und Mars. In ihrer nur ungefähr zehn Stunden betragenden Umdrehungszeit erkennen wir, daß die hemmende Wirkung der Sonne bei ihnen nur noch einen ganz geringfügigen Einfluß hat. Dagegen hat bei dem sonnennächsten Planeten Merkur jene Hemmung wahrscheinlich dasselbe zu stande gebracht, was die Erdhemmung beim Monde, daß nämlich seine Rotationsdauer mit seiner Umlaufszeit nahezu übereinstimmt und er deshalb der Sonne, wie der Mond uns, immer dieselbe Seite zuwendet. Auch die Frage der Venusrotation ist noch immer ungelöst. — Im Jahre 1900 schien es Belopolski gelungen zu sein, die Rotationsdauer unserer schönen Nachbarin spektrographisch — wie oben Deslandres für den Uranus — festzustellen, u. zw. auf nahezu 24 Stunden. Eine Wiederholung dieses Versuches auf dem Lowell-Observatorium in Nordamerika mit einem eigens für solche Zwecke konstruierten neuen Spektrographen hat dagegen durchaus keinen Erfolg gehabt, und es bleibt deshalb sehr wahrscheinlich, daß auch Venus zu einer Achsendrehung genau so viel Zeit braucht wie zu einem Sonnenumlauf, nämlich ungefähr 224 Tage.

Daß mit den Erklärungsversuchen Försters, die er auch noch auf einige andere Unregelmäßigkeiten im Sonnensystem, z. B. auf die eigentümlichen Bahnen mancher Planetoiden, ausdehnt, in Sachen der

Kant-Laplaceschen Theorie das letzte Wort gesprochen sei, läßt sich kaum erwarten. Vielleicht sind sie gar nur der letzte Versuch der Abwehr gegen die immer kühner sich vordrängenden Bedenken und Zweifel.

Sonnenbahn und Zentralsonne.

Die Bemühungen, uns immer tiefere Einblicke in das Rädergetriebe des Sonnensystems zu erringen, haben sich auch im vergangenen Jahre wiederum auf die Ermittlung des Apex, d. h. des Punktes, auf den die Sonne in ihrer wahren Bewegung zustrebt, erstreckt. Obwohl dieser Punkt schon seit geraumer Zeit Gegenstand vieler Untersuchungen ist, bleibt der von der Sonne seit Beginn dieser Beobachtungen zurückgelegte Weg doch so ungeheuer klein, daß die Aufgabe, den Apex zu ermitteln, etwa der Forderung gleichkommt, eine Gerade von 1 Kilometer abzustecken, von der nur an einem Ende ein 1 Millimeter langes Stückchen bekannt ist.

Auf der Yerkes-Sternwarte wurden zu dem Zweck die Bewegungen von 20 zum Oriontypus (höchste Glut, strahlend weißes oder bläuliches Licht) gehörenden Fixsternen längs der Sehrichtung spektroskopisch untersucht. Während acht dieser Sterne sich von uns (oder wir uns von ihnen) mit Geschwindigkeiten von 17 bis 32 Kilometern entfernen, verraten sieben auf der jenen gegenüberliegenden Seite des Himmels befindliche eine Annäherung von 4 bis 26 Kilometern, während die übrigen abseits stehenden Sterne nur schwach bewegt erscheinen. In diesen Zahlenverhältnissen erkennt man deutlich die Richtung der Sonnenbewegung. Wir entfernen uns von der Gegend, in der die Sterne des Orion und des Großen Hundes stehen, und nähern uns der Gegend des Herkules und der Leier, und zwar mit einer Geschwindigkeit, die nahezu 20 Kilometer in der Sekunde betragen mag; der Apex scheint nach neueren Arbeiten von Newcomb, Kapteyn und Campbell etwa zwischen den Sternen α und β der Leier zu liegen.

Hält man diese Beobachtungen mit der oben angeführten Entdeckung David Gills hinsichtlich der gemeinsamen Drehung der helleren Sterne um ein gemeinsames Zentrum zusammen, so entsteht in uns die Frage, wo denn dieser Mittelpunkt der höheren Sternenwelt, in der wir mit unserem ganzen Sonnensystem offenbar nur ein Stäubchen bilden, zu suchen sei, und ob nicht diese ungeheure zusammengehörige Fixsternwelt wieder nur ein solches Stäubchen in bezug auf andere Welten noch höherer Ordnung sei und mit ihnen um eine Zentralsonne noch höheren Ranges kreise. Die Lösung dieser Fragen versucht der Oberingenieur S. Wellisch in Wien in einer Untersuchung über den dynamischen Mittelpunkt der Welt zu geben, und zwar auf Grund der Kant-Laplaceschen Theorie.[1]

Er geht dabei von dem Verhältnis zwischen Erde und Mond aus, die nach jener Theorie ursprünglich einen einzigen rotierenden Nebelball bildeten, dessen Umfang weit über die Mondbahn hinaus reichte. Die durch seine Achsendrehung entwickelte Zentrifugalkraft, anfänglich stärker als die Anziehungskraft des Gasballes, führte nach und nach am Äquatorumfange zur Absonderung einzelner Massenteilchen, die sich allmählich mit den immer nachfolgenden, wahrscheinlich kontinuierlich abgestoßenen Massenteilchen außerhalb der Zentralmasse der Erde zu einem geschlossenen Ring vereinigten. Allmählich kühlte sich der Erdball unter Verminderung seines Umfanges immer mehr und mehr ab, wodurch unter gleichzeitiger Verminderung der Fliehkraft die Anziehungskraft zunahm, bis sich zwischen beiden entgegengesetzt gerichteten Kräften Gleichgewicht einstellte und die Loslösung von Massenteilchen aufhörte. Unterdessen hatten sich die losgeschleuderten Teilchen zu einem selbständigen Weltkörper, dem Monde, zusammengeballt, der, während er und die Erde immer weiter zusammenschrumpften, in jener Entfernung von der Erde blieb, die er zur Zeit seiner Zusammenballung innehatte. In dieser Entfernung schlug er eine Bahn um die Erde ein, die ihn im Gleichgewicht mit dem ganzen Sonnensystem erhielt.

Welcher Gestalt war nun aber diese Bahn?

Wären die beiden Zentralkräfte, die Anziehungs- und die Fliehkraft, allein wirksam gewesen, so hätte sich eine Bahn von konstanter Krümmung, ein vollkommener Kreis ergeben müssen. Aber von Anfang an störten die älteren Planeten und vor allem die weit einflußreichere Sonne den Mond in seiner Kreisbewegung um die Erde. Die Sonnenstörung wirkt dahin, daß der in der Linie der Syzygien[1]) gelegene, zur Sonne gerichtete Durchmesser der Mondbahn verlängert, der in die Linie der Quadraturen fallende verkürzt wird. So wird die ursprünglich kreisförmige Bahn des Mondes in die Länge gezogen und nimmt die Gestalt einer Ellipse an, in deren einem Brennpunkte die Erde ihren Sitz hat und deren große Achse nach der Sonne, der Ursache dieser Störung, gerichtet ist.

Nun genügt aber der Einfluß der Sonne und der Planeten allein nicht, die bedeutende Exzentrizität der Mondbahn zu erklären. Man nahm deshalb bisher an, daß die Mondbahn schon von allem Anfang an, etwa vermöge eines unbekannten Stoßes, eine Ellipsenform gehabt haben müssen. Wellisch wünscht darzulegen, daß es nicht notwendig sei, zu einem rätselhaften, unbekannten Stoße Zuflucht zu nehmen, sondern daß außer der Sonne und den Planeten noch eine mächtige Kraft weit außerhalb der Erdbahn anzunehmen sei und daß diese bisher nicht in Rechnung genommene Kraft den Störenfried bilde. Er betrachtet die Sache folgendermaßen:

„Als die Masse des Mondes zur Zeit seiner Entstehung noch flüssig war, hat die Erdwirkung dem Monde die Gestalt eines Ellipsoids und seinem Äquator die einer Ellipse gegeben, in deren abgewendetem Brennpunkte der Schwerpunkt des Mondes zu liegen kam und deren große Achse heute noch gegen die Erde gekehrt ist; und wenn auch diese

[1]) Das Weltall, 3. Jahrgang 1903, Heft 21, 22.

[1]) Die Syzygien des Mondes sind seine Stellungen als Neumond, wo er in Konjunktion, und als Vollmond, wo er in Opposition zur Sonne steht. Bei den Quadraturen steht er um 90 oder 270 Längengrade von der Sonne entfernt; sie sind also das erste und letzte Mondviertel.

große Achse des Mondellipsoids immer bestrebt ist, ihre Richtung nach dem Erdmittelpunkte zu verändern, so vermag die Erdanziehung sie doch immer wieder in ihre frühere Lage zurückzubringen, sie gleichsam wie ein Pendel in die Vertikale zurückzubewegen, weshalb der Mond immer dieselbe Seite der Erde zuwendet. Es stehen also die Erde, der elliptische Mondäquator und der in dessen einem Brennpunkt befindliche Schwerpunkt (I. System) in einem ähnlichen Verhältnisse wie die Sonne, die elliptische Mondbahn und die in deren einem Brennpunkt befindliche Erde (II. System). Wie aber die größte Achse des Mondellipsoids nach Eliminierung (Ausscheidung) aller dem rechnenden Astronomen zugänglichen Schwankungen in jedem Augenblick genau nach dem Mittelpunkte der Erde gerichtet ist, ebenso verhält es sich mit der Absidenlinie[1]) der Mondbahn. Diese müßte nach Eliminierung aller von den Planeten, eventuell einer mächtigen Außenkraft verursachten Ablenkungen zu jeder Zeit nach dem Mittelpunkte der Sonne zielen, nach jenem Punkte, um den sich unsere Erde nebst allen anderen Planeten bewegt; nur ist der Einfluß der Sonnenanziehung auf den Mond nicht groß genug, um die Absidenlinie der Mondbahn so festzuhalten, wie dies bei der großen Achse des Mondellipsoids seitens der Erde geschieht."

„Setzt man nun, um zur Hauptsache zurückzukommen, die an dem II. System „Mond, Erde und Sonne" angestellten Betrachtungen nach dem Prinzipe der Kontinuität an dem III. System „Erde, Sonne und Zentralsonne" fort, so kommt man auf den Gedanken, jenen Punkt im Weltraume aufzusuchen, nach welchem die große Achse der elliptischen Erdbahn jederzeit gerichtet sein würde, wenn sie keinen säkulären (nur nach Ablauf größerer Zeiträume bemerkbaren) Störungen unterworfen wäre, nämlich jenen Punkt, um den sich unsere Sonne und alle zu demselben Fixsternsysteme gehörigen Sonnen drehen. Denkt man sich die auf die Erde einwirkenden, von den Planeten und dem Monde ausgehenden Störungen ausgeschaltet, so müßte die Erde um die Sonne eine Kreisbahn beschreiben, wenn außer der Anziehung der Sonne keine weiteren Kräfte auf sie einwirkten. Der Umstand aber, daß auch die von den bisher in Rechnung gezogenen säkulären Störungen verschonte Erde keinen Kreis, sondern — wie dies auch bei allen anderen Planeten der Fall ist — eine Ellipse zurücklegt, in deren einem Brennpunkte die Sonne steht, verrät nach dem Vorausgeschickten die Existenz einer außerhalb aller Planetenbahnen wirkenden mächtigen Kraft, welche trotz unermeßlicher Entfernung ihre Herrschaft über das ganze Sonnensystem ausübt. Derjenige Punkt im Himmelsraume, nach welchem die große Achse der Erdbahn wie auch die aller Planetenbahnen nach Ausschaltung der bisher bekannten Störungen jederzeit gerichtet sein müßte, ist der Sitz jener Außenkraft, welcher allen Planetenbahnen Ellipsengestalt verleiht, und dieser dominierende Punkt ist das Zentrum unserer Fixsternwelt."

Es entsteht nun sofort die Frage, ob dieses System nicht seine Fortsetzung in einem IV. „Sonne, Zentralsonne, Oberzentralsonne" und so fort in unablässiger, schwindelerregender Folge finde? Wellisch verneint die Frage aus folgenden Gründen: Wäre die Zentralsonne des III. Systems nicht der letzte Drehpunkt der gesamten Sternenwelt, so könnte die Sonne um sie nicht einen Kreis, sondern müßte um sie eine Ellipse beschreiben; und die weitere Folge dieser elliptischen Sonnenbahn wäre, daß auch die elliptische Erdbahn, weil die Sonne in einen veränderlichen Abstand von der Zentralsonne käme, abwechselnd mehr oder weniger in die Länge gezogen, somit auch die Umlaufszeit der Erde oder die Länge ihrer Absidenlinie periodisch verändert würde. Nun ist aber mit Bestimmtheit festgestellt, daß sich die großen Achsen der Planetenbahnen nicht ändern, sondern für immerwährende Zeiten in ihrer Länge konstant bleiben. Daraus folgt, daß auch die von der Zentralsonne ausgehende Anziehung auf die Planeten mit konstanter Stärke wirkt, oder daß die Sonne von der Zentralsonne stets denselben Abstand hat, d. h. um sie einen Kreis beschreibt. Ist dies aber der Fall, so gibt es keine weitere Außenkraft, welche die Sonnenbahn in ihrer kreisförmigen Gestalt stört, und es ist die Zentralsonne die letzte Ursache aller Bewegungserscheinungen oder der dynamische Mittelpunkt des Weltalls. Dabei ist es nicht notwendig, an dieser Stelle einen Körper von dominierender Masse vorauszusetzen, es ist auch denkbar, daß sich die ganze Fixsternwelt um ihren eigenen virtuellen Schwerpunkt dreht. Kennen wir doch eine ganze Anzahl Sternsysteme, deren Mitglieder sich nicht um einen Zentralkörper bewegen, sondern einen gemeinsamen Schwerpunkt umkreisen.

Wie die Untersuchung von Wellisch den Umstand erklärt, daß zwar die Planetenbahnen feststehende Ellipsen beschreiben, der Mond allein aber eine in ihrer großen Achse veränderliche Ellipse, eine Erscheinung, die, wie Littrow sagt, „die Astronomen lange gequält hat, da sie die Ursache derselben nicht finden konnten" — das möge der Leser am angegebenen Orte selbst nachsehen. Wir wenden uns von den Untersuchungen des ganzen Sonnensystems zur Betrachtung der Sonne selbst und ihrer Erscheinungen.

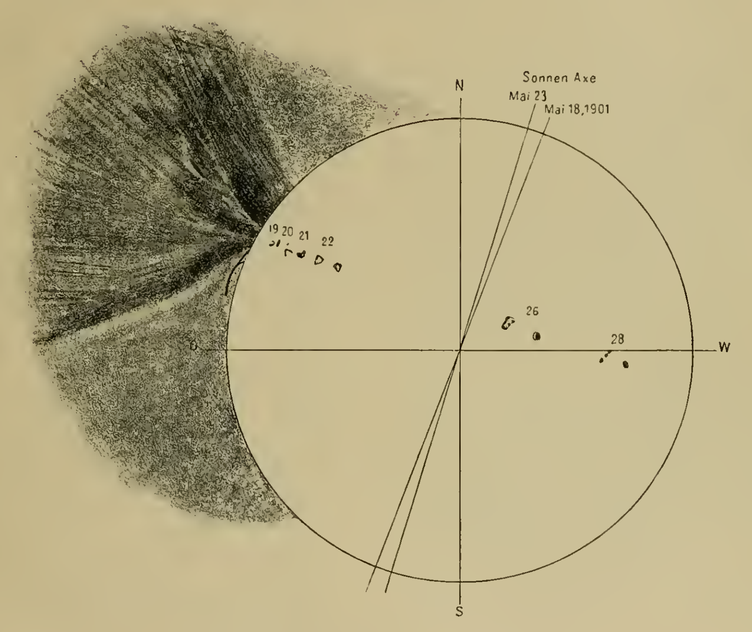
Sonnenflecken und Protuberanzen.

Gewaltige Störungen der Korona, der Sonnenatmosphäre, sind im Zusammenhange mit den sogenannten Sonnenflecken bei der Finsternis entdeckt worden, die am 18. Mai 1901 an den Gestaden des Indischen Ozeans beobachtet wurde. Das gleichförmige matte Weiß der Sonnenkorona (s. Abbild. Jahrb. I, S. 30) zeigte sich am Ostrande in der Nähe des Sonnenäquators von geradlinigen Streifen durchzogen, die kegelförmig von einem Punkte dicht hinter dem Sonnenrande auszugehen schienen; unweit ihres Entstehungsortes war am Rande der Sonne eine Protuberanz sichtbar, welche dort mit zwei Ästen aufsaß und in einem langgeschweiften Bogen nach Süden auslief.

Um die Ursache dieser höchst auffallenden Erscheinung zu ermitteln, erbat sich Perrine, der

[1]) Größter Durchmesser der Mondbahn.

Leiter der Expedition, welche die Lick-Sternwarte zur Beobachtung der Finsternis nach Sumatra gesandt hatte, von der englischen Landesvermessung die zu Dehra Dun in Indien angefertigten täglichen Sonnenphotographien der vorhergehenden und folgenden Tage. Auf den Platten vom 17. und 18. Mai erschien die Sonne ganz fleckenfrei. Dagegen taucht auf der Photographie vom 19. ein Sonnenfleck von mittlerer Größe am Ostrande auf, wo er infolge der perspektivischen Verkürzung als Strich, von Fackeln umgeben, sichtbar wird. An den folgenden Tagen wanderte er, wie unsere Abbildung zeigt, langsam westwärts über die Sonnenscheibe. Die auf Grund der Photographie ausgeführte Berechnung ergab, daß der Hauptfleck am 17. Mai abends auf der abgewandten Sonnenseite 4° vom Rande ebendort lag, wohin auch die Spitze der kegelförmigen Erscheinung wies. Es kann danach kaum zweifelhaft sein, daß sowohl die Protuberanz wie auch die riesige Koronastörung sich über diesem Sonnenfleck erhoben haben. Anscheinend haben sich aus dem Innern des glühenden Sonnenkerns Gase nach außen Bahn gebrochen, sind in den roten Flammen der Protuberanzen sichtbar geworden und haben zugleich in der feinen Struktur der Korona weitreichende Störungen, vielleicht magnetischer Art, hervorgerufen. Diese Beobachtung beweist also schlagend den innigen Zusammenhang zwischen Flecken, Fackeln, Protuberanzen und Koronastrahlen, die teilweise gemeinsamen Ursprungs zu sein scheinen.



Strahlungen in der Sonnenkorona am 18. Mai 1901.

Diese merkwürdigen, in ihrem Wesen immer noch nicht genau erforschten Sonnenflecken spielen für die irdische Meteorologie eine hochbedeutende Rolle. Wenn die gewaltigen Ausbrüche und Wirbelstürme auf der Sonne, die ihr Erscheinen uns ankünden, ihre größte Gewalt erreichen, was etwa alle elf Jahre eintritt, so regt es sich im irdischen Luftmeer gleichfalls heftiger. Nordlichter in großer Zahl und von besonderer Pracht erscheinen, plötzliche heftige Zuckungen der Magnetnadel offenbaren uns eine verstärkte Tätigkeit des Erdmagnetismus, schreckliche Wirbelstürme im Indischen und Großen Ozean fordern häufigere Opfer als sonst. Viele Beziehungen ähnlicher Art sind noch nicht sicher festgestellt; wie weitgehend sie aber sind, dafür nur ein Beispiel. Auf der Berliner Sternwarte, deren Abbruch jetzt beschlossen ist, hat man seit mehr als einem halben Jahrhundert beobachtet, daß die steinernen Pfeiler, welche das Meridian-Instrument tragen und ganz unabhängig vom übrigen Gebäude tief fundiert sind, regelmäßigen Schwankungen unterliegen, die mit der Anzahl der Flecken auf der Sonne ganz genau gleichen Schritt halten.

Das letzte große Fleckenmaximum zeigte sich in den Jahren 1892—1895, besonders 1893 und 1894; dann nahm die Sonnentätigkeit bis 1901 unausgesetzt ab und erst seit 1902 ist sowohl die Zahl der Flecken sowie die Größe der Eruptionsgebiete im Wachsen. Im Januar, März und Mai dieses Jahres zeigten sich drei Fleckengruppen, dann

trat eine längere Pause ein, während welcher die Sonne dauernd fleckenfrei blieb. Am 21. September erschienen am Ostrande zwei bemerkenswerte, von einer Menge Fackeln umgebene Flecken, ebenso im Oktober und November.

Von der riesigen Größe und Tiefe dieser Flecken kann man sich kaum eine zutreffende Vorstellung machen. Das Areal, welches die Fleckengruppe vom November 1902 bedeckte, war so gewaltig, daß etwa zehn Erdkugeln, nebeneinander gelegt, sie erst in Längsrichtung bedecken würden. Mehrere größere Fleckengruppen von zum Teil sehr schneller Veränderlichkeit zeigten sich vom 22. bis 29. März 1903. Ihnen folgten andere als Beweis, daß die Sonne ihrer Schuldigkeit, im Jahre 1904 wieder einen Höhepunkt der elfjährigen Fleckenperiode zu liefern, sich nicht entziehen will. Die Astronomen würden's ihr auch sehr übel vermerken, obwohl die über $1^1/_2$ Jahrhunderte sich erstreckende Beobachtung ihnen gezeigt haben sollte, daß die große Dame sich durchaus nicht an die astronomischen Durchschnittszahlen gebunden erachtet und ihre Maxima und Minima verlegt, wie es ihr beliebt, oft um mehrere Jahre früher oder später: sie stellt sich eben über unsere „Gesetze". Vergleicht man die wirkliche Dauer der einzelnen Fleckenperioden, so zeigt sich, daß dieselbe sehr veränderlich ist und zwischen $8^1/_2$ und fast 15 Jahren schwankt, während die durchschnittliche Länge einer solchen Periode 11·124 Jahre, der durchschnittliche Zeitraum von einem Minimum zum nächsten Maximum der Flecken 5·16 Jahre, vom Maximum zum Minimum 5·96 Jahre beträgt.

Eine vollkommen befriedigende Erklärung der periodischen Fleckenbildung auf der Sonne zu geben, ist bisher nicht gelungen. Auch der kürzlich von R. Emden gemachte Versuch, die Flecken nach Analogie irdischer Luftwirbel aufzufassen, welche sich infolge der verschiedenen Temperatur der Gasschichten des Sonnenballes bilden, wirkt nicht überzeugend und mag deshalb hier nur erwähnt werden (Sitzungsberichte der kgl. bayr. Akad. der Wiss., Bd. 31, Heft 3). Dagegen wollen wir noch einen Augenblick bei den Protuberanzen verweilen, deren Einfluß auf die meteorologischen Verhältnisse der Erde Lockyer in Indien kürzlich untersucht hat.[1])

Während nach der gegenwärtig herrschenden Ansicht die Sonnenflecken auf eine örtlich beschränkte Abkühlung der Sonnenatmosphäre hindeuten, haben wir es bei den Protuberanzen offenbar mit einer ebenfalls lokalisierten ungeheuren Erhöhung der Sonnentemperatur zu tun. Sie bestehen aus gewaltigen Ausbrüchen glühenden Wasserstoffs, dessen Temperatur nach Zöllner 68.000° betragen soll, d. h. mehr als das Zehnfache der Temperatur, die man gegenwärtig dem glühenden Sonnenball selbst zuschreibt. Sind nun die Protuberanzen auch bei weitem nicht so umfangreich wie die Flecken, so darf man ihnen bei ihrer um so viel höheren Wärme doch ebenso gut eine Einwirkung auf die Erdatmosphäre zuschreiben wie jenen.

[1]) Comptes rendues, 25. August 1902.

Lockyer stellt zunächst das Vorhandensein periodischer Maxima und Minima im Auftreten der Protuberanzen fest; seine darauf bezüglichen Beobachtungen bilden die Fortsetzung solcher, die im Jahre 1871 in Italien begonnen wurden. Die Dauer dieser Perioden beträgt nach ihm drei bis vier Jahre und im Zusammenhang mit der größeren oder geringeren Häufigkeit und Stärke der Protuberanzen konstatierte der Forscher ein entsprechendes Schwanken der atmosphärischen Bewegungen. Bei großer Menge und Heftigkeit der Gasausbrüche tritt eine starke barometrische Schwankung ein, die alsbald das Auftreten heftiger Stürme zur Folge hat, und zwar sind diese besonders heftig, wenn das Protuberanzenmaximum in der Nähe der Sonnenpole zu bemerken ist. Lockyer geht sogar so weit, daß er in diesen Vorgängen in der Sonnenatmosphäre, auf welche die Erdatmosphäre alsbald entsprechend antwortet, die Hauptursache unserer irdischen Luftdruckänderungen sieht.

Ein weites, noch völlig unbebautes Feld der Forschung eröffnet sich, wenn wir uns diese Beobachtungen auch auf die übrigen Planeten ausgedehnt denken, was freilich noch gute Weile haben wird, da mit unseren Beobachtungswerkzeugen die Oberfläche der meisten Planeten kaum erkennbar ist. Die seltsame Unruhe, das störende Wallen der Planetenbilder im Fernrohr soll nach einer Mitteilung Langleys weniger von den optischen Ungleichmäßigkeiten der Atmosphäre als vielmehr von der in unmittelbarer Umgebung des Fernrohres befindlichen Luft herrühren. Absolute Ruhe der Luft bewirkte nur eine geringe Besserung, während ein wesentlich ruhigeres Bild zu stande kam, wenn die in der Röhre eingeschlossene Luft mittels eines motorgetriebenen Fächers möglichst vollkommen durchmischt wurde. Hoffentlich erlangen wir auf diese Weise bald deutlichere Bilder der Planeten, deren Betrachtung wir uns nun zuwenden. Zuvor sei jedoch, im Anschluß an Lockyers indische Beobachtungen, eine kleine Abschweifung gestattet.

Die Nächte auf einer tropischen Sternwarte, schwelgend im Anblick der Pracht des südlichen Sternenhimmels, zuzubringen, erscheint als der Gipfel des dem Erdenbewohner vergönnten Naturgenusses. Daß aber selbst der Astronom nicht ungestraft unter Palmen wandelt, beweist die Erzählung eines Abenteuers, welches Woodhouse, der Assistent auf der Sternwarte zu Ara auf Borneo, erlebte und das fast an die märchenhaften Tiergeschichten eines Rudyard Kipling erinnert.

Woodhouse hatte eine Himmelsphotographie aufzunehmen und sich zu dem Zwecke allein in das Observatorium begeben. Während er durch das Teleskop den blauen Horizont betrachtete, schienen plötzlich die Sterne wie ausgelöscht, etwas Schwarzes zog vorüber, das große Rohr erbebte und die Kuppel der Sternwarte hallte wider wie von Donnerschlägen. Im nächsten Augenblick war die Erscheinung verschwunden und ein kratzendes Geräusch verriet die Anwesenheit eines unbekannten Besuchers. Nach kurzer Zeit erhielt Woodhouse einen Schlag ins Gesicht und sah beim Schein eines Streichholzes einen großen Flügel mit einer geölten, lederartigen Haut. Er suchte sich unter

dem Teleskop zu verbergen, wurde auf den Rücken geschlagen und merkte, daß man seine Jacke zerriß. Nun trat und stieß er mit den Füßen nach dem unheimlichen Gaste, wurde in den Schenkel gebissen, ergriff aber die zu Boden gestoßene Wasserflasche und schlug nach dem Gesicht des Tieres. Schließlich hörte er es an der Wand emporklimmen und sah seinen Umriß am Horizont verschwinden. Dann verließ ihn die Besinnung. Als er wieder zu sich kam, befand er sich in der Pflege des ersten Astronomen Chaddy und eines Dyakburschen, die ihn durch Stärkungsmittel wieder belebten. Beim Anblick der um ihn herrschenden Unordnung und des Blutes am Teleskop kam ihm die Erinnerung an das Vorgefallene zurück, und er schilderte das rätselhafte Tier: es schien ihm wie eine große Fledermaus, hatte spitze, kurze Ohren, weichen Pelz, scharfe kleine Zähne, lederartige Flügel und starke Krallen. Die Dyaks, die Eingeborenen Borneos, meinten, daß es sich wahrscheinlich um einen großen Colugo, einen fliegenden Affen, handle, der im allgemeinen den Menschen nur selten angreift. „Wenn die Fauna Borneos — meint Woodhouse — nun mal ihre Neuheiten auf mich loslassen will, so wäre es mir doch angenehm, sie täte es dann, wenn ich nicht ganz allein im Observatorium bin. Es gibt mehr Dinge zwischen Himmel und Erde, als unsere Schulweisheit sich träumen läßt, und besonders in den Wäldern Borneos."

Vulkan und Hades.

Vor etwa 45 Jahren bezeichnete Leverrier, der berühmte „Errechner" das Neptun, zum erstenmal die Existenz eines oder mehrerer Planeten zwischen Sonne und Merkur als wahrscheinlich. Bei seinen Untersuchungen der Merkurbahn fand er, daß die beobachteten Stellungen dieses Planeten nicht mit den aus der Berechnung gewonnenen übereinstimmten, und die Unterschiede schienen ihm nur durch Annahme einer beträchtlichen Beschleunigung in der Säkularbewegung des Sonnennähepunktes (Perihels) des Merkur erklärlich. Als Ursache der Vorrückung dieses Punktes nahm er eine noch unbekannte Masse an, die, näher als Merkur an der Sonne, letztere umkreist. Diese Annahme sowie die Tatsache, daß mehrmals der Vorübergang kleiner dunkler Körper vor der Sonne beobachtet war, gaben Anlaß zu vielseitigen Nachforschungen, und als der Arzt Lescarbault ankündigte, er habe am 26. März 1859 die Passage eines planetenähnlichen Körpers auf der Sonnenscheibe wahrgenommen, glaubte man eines neuen Gliedes unseres Planetensystems sicher habhaft geworden zu sein. Leverrier taufte das jüngste Sonnenkind auf den Namen des Gottes der Feueressen, da es so unmittelbar dem Sonnenfeuer benachbart schwebt, und berechnete die Elemente seiner Bahn. Aber — siehe da: so schön die Sache beim Neptun geklappt hatte, so wenig wollte sie beim Vulkan stimmen. Die vorausberechneten weiteren Vorübergänge des Planeten vor der Sonne blieben aus, und auch bei späteren Sonnenfinsternissen konnte er nicht wieder aufgefunden werden. Nur gelegentlich der Finsternis vom 29. Juli 1878 glaubten die Astronomen Watson zu Ann Arbor und Swift zu Denver in Kolorado in der Nähe der Sonne Sterne gesehen zu haben, die für den Gesuchten gelten konnten. Professor v. Oppolzer in Wien berechnete die Elemente des neuen Planeten und hielt seine Existenz für sehr wahrscheinlich; seine Umlaufszeit um die Sonne sollte 15·7 Tage betragen.

Aber auch diesmal und so oft später eine Nachricht von dem Auffinden des schmerzlich gesuchten jüngsten Sonnenkindes erfolgte, immer erwies sie sich als unzuverlässig und irrtümlich. Es ging uns mit ihm wie mit dem zweiten Erdmonde und dem Monde der Venus; letzterer ist von 1645 bis 1764 von hervorragenden Forschern wiederholt gesehen worden, und zwar meistens als ein durchaus unzweideutiges Objekt, seit jener Zeit aber ist er spurlos verschwunden, und selbst unsere besten Instrumente haben ihn nicht wieder hervorzuzaubern vermocht. So ist auch die Suche nach dem Vulkan während der Finsternis 1901 durchaus vergeblich gewesen; selbst auf den photographischen Platten ist kein Stern erschienen, der nicht schon vorher als Fixstern bekannt war. Wenn man daher nicht annehmen will, daß der intramerkuriale Planet sich während der wenigen Minuten der vollständigen Verfinsterung hinter der Sonne oder zwischen ihr und der Mondscheibe aufhielt, muß man wohl auf seine Existenz verzichten. Und im letzteren Falle hätte er sich vor dem Eintritt der Totalität oder nach ihrem Aufhören immer noch als kreisrunder tiefschwarzer Fleck auf der Sonnenscheibe zeigen und durch seine Ortsveränderung auf den zu verschiedener Zeit aufgenommenen Platten erkennen lassen müssen — wenn er nicht etwa noch selbstleuchtend ist und sich infolgedessen von der Sonnenoberfläche nicht abhebt, was allerdings kaum anzunehmen. Neuerdings macht man deshalb für jene Störungen im Merkurlauf nicht mehr den problematischen Vulkan, sondern die uns als Zodiakallicht erscheinenden Staubmassen verantwortlich.

Etwas günstiger liegen die Verhältnisse hinsichtlich des anderen, außerhalb der Neptunbahn angenommenen Planeten, den wir der Kürze halber, als den Beherrscher der ewigen Finsternis, „Hades" taufen wollen. Aus Betrachtungen über die Bahnlage einer größeren Anzahl von Kometen, welche Hades störend beeinflussen soll, leitet Grigull[1]) Elemente dieses ältesten Planeten ab, der sich in einer Entfernung, die etwa dem 50fachen des Erdbahnhalbmessers entspricht, in 360 Jahren einmal um die Sonne bewegen würde. Leider rechnet Grigull mit Kometen, deren Bahnen nicht genau genug bekannt sind, oder die überhaupt nicht in festgeschlossenen Bahnen laufen, und daher entbehren seine Angaben zuverlässiger Grundlagen. Aus den Bewegungen des Neptun läßt sich das Dasein eines außerhalb seiner Bahn kreisenden Planeten überhaupt nicht folgern, womit freilich die Existenzmöglichkeit des Hades immer noch nicht widerlegt ist.

[1]) Ein transneptunischer Planet. Osnabrück 1902.



Photographie zweier, von Wolf entdeckter Planetoiden.
(Die Strichelchen über und rechts unten von der Mitte zeigen die Planetoiden an.)

Kleine und große Planeten.

Tappen wir hinsichtlich dieser viel umstrittenen Mitglieder unseres Sonnensystems noch völlig im Dunkeln, so gewinnen dagegen unsere Kenntnisse von den Planetoiden, den winzigen, die Lücke zwischen dem Mars und dem Jupiter überbrückenden Weltsplitterchen, immer mehr an Sicherheit und Ausdehnung. Über die Kleinheit dieser Körper unterrichtet uns eine von Bauschinger aufgestellte Statistik. Danach haben von den 458 bis zum 1. Januar 1901 bekannt gewordenen Planetoiden nur zwölf einen Durchmesser von mehr als 250 Kilometer (Ceres 767, Pallas 489, Vesta 385 Kilometer), alle anderen sind kleiner. Ihr Gesamtvolumen beträgt etwa $^1/_{900}$ der Erde, und von dieser Masse kommt auf Vesta und Ceres zusammen etwa die Hälfte. Es ist daher erklärlich, daß bisher eine störende Wirkung von zwei solchen Körpern aufeinander oder auf einen Kometen oder von allen zusammen auf einen der großen Planeten nicht nachgewiesen ist, auch wohl sich kaum nachweisen lassen wird. Daß sie ihren großen Geschwistern nicht einmal in anderer Weise, und zwar durch Herabstürzen auf einen der nächstgelegenen, verderblich werden könnten, wird sich nicht so sicher in Abrede stellen lassen. Kommt doch einer von ihnen, der im Jahre 1898 entdeckte Eros, dessen Sonnennähe (Perihel) innerhalb der Marsbahn liegt, sogar der Erde zeitweise beträchtlich nahe. Die Bewegung dieses winzigen Körpers, der innerhalb der Anziehungssphäre der Nachbarn Erde, Mars und Jupiter ziemlich regellos umhergondelt, ist für die Astronomen von großer theoretischer Bedeutung. — Wie die photographische Platte als Geheimpolizist die Wege und Stellungen dieser Planetenzwerge feststellt, ist im vorigen Bande geschildert (S. 35); hier möge es eine Abbildung erläutern.

Unter den im Jahre 1902 entdeckten Planetoiden erwies sich einer der letzten (1902 K X bezeichnet) durch seine Bahnverhältnisse als besonders merkwürdig. Seine Umlaufszeit, nahezu acht Jahre, gehört zu den längsten Perioden im Planetoidensystem, seine Abweichung von der kreisförmigen Bahn (die Exzentrizität) beträgt fast ein Viertel seiner mittleren Entfernung von der Sonne. Der größte Abstand von der Sonne erreicht 4·84 Erdbahnhalbmesser. In diesem Punkte seiner Bahn nähert er sich der Jupiterbahn bis auf 60 Millionen Kilometer, ein Fürwitz, der sich seinerzeit an ihm rächen wird. Denn diese „Jupiternähe" kann nicht ohne erhebliche Änderungen der Bahn des Planetoiden abgehen, und deshalb ist seine Entdeckung, die dem Professor Wolf in Heidelberg gelang, in theoretischer Beziehung von größter Bedeutung, indem sie unsere Kenntnis der Verhältnisse des Jupitersystems zu erweitern verspricht.

Wer sich zur Zeit der Sonnenferne, also gleichzeitig der Jupiternähe des K X als Beobachter auf dieses Weltkörperchen versetzen könnte, sähe den Jupiter nicht nur in Opposition zur Sonne, ihr gerade gegenüber, sondern erlebte, was das Abnorme hiebei ist, diese Stellung zwei Jahre hindurch. Jupiter ginge während dieses ganzen Zeitraumes um Mitternacht durch den Meridian, wobei er zuerst immer größer und heller würde bis zu seinem Maximum, in dem er hundertmal so hell leuchten würde wie bei uns, um dann ebenso allmählich wieder kleiner und schwächer zu werden.

Die vier älteren Monde des Planeten erschienen dem Bewohner von K X als Sterne erster Größe, der fünfte, 1892 entdeckte, als Gestirn 8. Größe.

Setzen wir unseren Flug durch das Sonnensystem fort, so gelangen wir vom Jupiter zu dem wunderbarsten unter den Sonnenkindern, dem riesigen Saturn, der mit seinen Ringen und Monden ein Sonnensystem im kleinen bildet. Über das System der Monde des Saturn berichtet A. Berberich[1]) nach den Forschungen Professor Struves, der in Anerkennung seiner zahlreichen Beobachtungen und umfassenden Berechnungen über die Bewegungen jener Trabanten am 13. Februar 1903 von der Königlich Astronomischen Gesellschaft in London die Goldene Medaille erhielt, das dritte Glied der berühmten Astronomenfamilie, dem diese Auszeichnung seitens derselben Korporation zu teil wurde.

Die Beobachtung der acht Saturnmonde, von denen der schwächste wenig heller als 14. Größe ist, erfordert schon ein sehr großes Teleskop und wird deshalb auf wenigen Sternwarten, darunter auf der von Struve früher geleiteten russischen Hauptsternwarte zu Pulkowa, vorgenommen. Aus der Erforschung der Trabantenbahnen ergibt sich die Beantwortung mancher interessanten Fragen. Aus den fortwährenden Änderungen ihrer Bahnen lassen sich nicht nur die Massen (das Gewicht) der Monde berechnen, sondern auch die Masse, die in den Saturnusringen enthalten ist, sowie der Betrag der Abplattung des Saturn; die Umlaufszeiten, Entfernungen und Massen bestimmen ferner die Masse des Saturn selbst, ja sogar über die Massenverteilung im Innern des Planetenballes ergibt sich wenigstens eine ungefähre Kenntnis.

Die von Struve berechneten Umlaufszeiten und die mittleren Abstände, in Halbmessern des Saturnäquators ausgedrückt, sind für die acht Monde:

	Stunden	Minuten	Abstände	
I. Mimas	22	37	3·07	(2·95)
II. Enceladus	32	53	3·94	(3·86)
III. Tethys	45	18	4·87	(5·05)
IV. Dione	65	41	6·25	(6·60)
V. Rhea	108	25	8·73	(8·64)
VI. Titan	382	41	20·22	(19·35)
VII. Hyperion	510	38	24·49	(25·32)
VIII. Japetus	1803	56	58·91	(56·71).

Umlaufszeit und Bahnhalbmesser sind die beiden beständigsten Bahnelemente; indessen kommt es in diesem Trabantensystem doch mehrfach vor, daß eine Periode bald etwas länger, bald wieder etwas kürzer ist. Die Ursache dieser Beschleunigungen und Verzögerungen liegt in dem Umstande begründet, daß zwischen den Umlaufszeiten der einzelnen Monde einfache, durch ganze Zahlen ausdrückbare Verhältnisse bestehen. So ist die Umlaufszeit von I die Hälfte derjenigen von III, die Periode von II die Hälfte der von IV. Bei jenem Trabantenpaare kehren also nach nahezu 45·3 Stunden, bei diesem nach 65·7 Stunden die gleichen gegenseitigen Stellungen und damit auch die gleichen Störungen auf ihre Bewegungen wieder. Der eine Trabant wird dann in seinem Laufe beschleunigt, der andere verlangsamt. Vollkommen genau sind jene Verhältnisse nicht; daher ändert sich die Störung allmählich, sie erreicht einen Höchstbetrag, die Beschleunigung des einen Trabanten geht allmählich in eine Verzögerung über, bis endlich die ursprünglichen Geschwindigkeiten wieder erreicht sind. Bei dem Paare Mimas-Tethys (I—III) z. B. erfordert der Kreislauf dieser Änderungen 70 Jahre, dann beginnt der Störungszyklus aufs neue. Sehr exzentrisch ist die Bahn des Hyperion, welcher durch den großen Mond Titan starke Störungen erleidet, während er bei seiner geringen Masse keine merkliche Rückwirkung ausübt.

Die inneren Trabanten besitzen viel glänzendere Oberflächen als die äußeren, am intensivsten strahlt Mimas das Sonnenlicht zurück, doppelt so stark als der Saturn selbst. Im Verhältnis zum Planeten ist Titan $3^1/_3$mal dichter; da die mittlere Dichte des Saturn nur zwei Drittel der Dichte des Wassers beträgt, so besitzt Titan die doppelte Dichte des Wassers. Er ist der größte Saturntrabant, sein Durchmesser beträgt 4800 Kilometer. Mimas und Hyperion scheinen die kleinsten zu sein. Die Ringmasse muß sehr klein sein, sie beträgt höchstens den 26.700sten Teil der Saturnmasse oder ungefähr ein Sechstel der Masse des Titan, ein Viertel der Masse des Erdmondes.

Die Ziffern der oben aufgeführten Tabelle, so trocken sie erscheinen, geben doch Anlaß zu einigen hochinteressanten Betrachtungen. Bekanntlich hat man beim Sonnensystem die Bahnhalbmesser der Planeten vom Merkur bis zum Uranus ziemlich gut einer regelmäßigen Reihe anzupassen vermocht. Aus einer ähnlichen Reihe würden sich die oben in Klammern gesetzten, mit den wirklichen Abständen ziemlich nahe zusammenfallenden Ziffern ergeben. Die Reihe würde aber zwischen Rhea und Titan sowie zwischen Hyperion und Japetus noch je zwei Glieder erfordern, deren Abstände vom Saturn 11·3 beziehungsweise 14·8 und 33·1 und 43·3 Saturnradien wären. Ob nun in diesen Abständen noch Trabanten kreisen — sie müßten — in diesem Falle äußerst klein, von kaum 200 Kilometer Durchmesser sein — oder ob anstatt ihrer Meteoritenringe sich gebildet haben wie die Zone der kleineren Planeten um die Sonne, das muß vorläufig unentschieden bleiben. Interessant ist die Reihe noch insofern, als die Umlaufszeit von einem zum nächsten Trabanten, die fehlenden Glieder vorausgesetzt, fast genau um das $1^1/_2$fache steigen würde.

Dem von Struve angenommenen Äquatordurchmesser des Saturn von 121.000 Kilometern würde ein Polardurchmesser von 108.500 Kilometern entsprechen, der Planet ist also am Äquator ungewöhnlich stark aufgewulstet. Er enthält genau drei Zehntel der Jupitermasse und verhält sich zur Sonnenmasse wie 1 : 3493. — Vor kurzem hat Barnard auf der Yerkes-Sternwarte einen ungewöhnlich hellen Fleck auf der Saturnscheibe entdeckt, der in Zwischenzeiten von 10 Stunden und 39 Minuten wieder mitten auf der Planetenscheibe erscheint, während bisher 10 Stunden 13 Minuten als Umdrehungszeit des Planeten angenommen wurden. Hält man an diesem alten Wert der Rotationszeit des Saturn

[1]) Das Weltall, III. Jahrgang, Heft 13.

fest, so würde der Unterschied von 24 Minuten auf eine Wanderung des Fleckes in ostwestlicher Richtung mit fast 1500 Kilometer stündlicher Geschwindigkeit hindeuten.

Weltsplitterchen.

Wenn eine Weltmasse sich unter dem Gesetz der Anziehungskraft zu formen und abzurunden beginnt, wird es ihr nicht gelingen, in dem Gewimmel der nach allen möglichen Richtungen und in den verschiedensten Geschwindigkeiten durcheinander laufenden Teilchen sofort die musterhafte Ordnung zu schaffen, die man mit dem Worte „Kosmos" zu bezeichnen pflegt. Manche in der Peripherie gelegene, von dem noch gar nicht konsolidierten Zentrum der Masse gar zu weit entfernte Teilchen werden sich vielleicht dem Einflusse des großen Ganzen völlig zu entziehen wissen, ihre eigenen Wege gehen und nur zeitweise in die Nähe des Zentralkörpers zurückkehren, ohne sich ihm jemals wieder fest anzuschließen. Auf diese Weise können wir uns die Kometen entstanden denken, und als ihre Abkömmlinge werden gewöhnlich die Meteorschwärme und die auf den Erdboden gelangenden Welttrümmerchen, die Meteoriten, betrachtet, obwohl sie, wie hier nur angedeutet werden soll, auch noch eine andere Erklärung erlauben, die weit mehr Wahrscheinlichkeit für sich hat. Danach sind sie die kleinsten Splitterchen jenes größeren Planeten, der vorzeiten zwischen



Photographie des Kometen Perrine.

Mars und Jupiter schwebte und, infolge einer gewaltigen Katastrophe in Trümmer gehend, mit seinen Bruchstücken, den Planetoiden oder Asteroiden, den Raum zwischen Erde und Jupiter erfüllte. Betrachten wir, was das Jahr hinsichtlich dieser beiden Arten von Weltsplitterchen Neues und Bedeutendes gebracht hat!

An Kometen war im Jahre 1903 kein Mangel. Da ungefähr zwei Dutzend periodisch wiederkehrender Kometen mit einer Umlaufszeit unter einem Jahrzehnt bekannt sind, so wäre alljährlich die Wiederkehr von drei bis vier dieser Wandelgestirne zu erwarten. Ihre Bahnen liegen mit wenigen Ausnahmen gänzlich außerhalb der Erdbahn, der sie nur im Stande ihrer Sonnennähe mehr oder weniger nahekommen. Die Erde muß daher in der Nachbarschaft einer solchen Bahnnähe stehen, während der betreffende Komet sein Perihel (größte Annäherung an die Sonne) passiert, damit wir günstige Sichtbarkeitsbedingungen erlangen. Andernfalls bleibt die Entfernung zu groß und die Kometenhelligkeit zu gering. Dadurch wird die Zahl der sichtbaren Kometen meist noch kleiner. Auch von den fünf bis sieben, die im Jahre 1903 erwartet wurden, war nur bei zwei oder dreien auf Sichtbarkeit zu rechnen.

Den Reigen eröffnet der von Giacobini in Nizza entdeckte Komet 1896 V, der damals vier Monate lang verfolgt werden konnte. An ein Auffinden ist bei ihm diesmal ebensowenig zu denken wie bei dem von Perrine entdeckten 1896 VII, aus den oben angegebenen Gründen. Da ihre Umlaufszeit nahezu $6^1/_2$ Jahre beträgt, so haben wir uns auf ihre Wiederkehr im Jahre 1909 zu trösten. Die Lage der Bahnen dieser beiden Weltkörper läßt die Möglichkeit zu, daß eine in früherer Zeit eingetretene Teilung den Kometen Perrine erst selbständig gemacht hat.

Etwas günstiger sind die Aussichten für den von Spitaler entdeckten Kometen 1890 VII, der so langsam läuft, daß ihn die Erde nicht allzulange nach dem Durchgang durch seine Sonnennähe einholt. Infolge der geringen Abweichung seiner Bahn von der Kreislinie wächst seine Entfernung von der Sonne nur allmählich, so daß die Helligkeit längere Zeit hindurch ziemlich unveränderlich bleiben wird. Die geeignetste Zeit zur Aufsuchung sind September und Oktober, aber auch er wird nur durch sehr große Fernrohre oder mittels der für Kometenlicht recht empfindlichen photographischen Platte wiedergefunden werden können. Spitaler in Wien entdeckte ihn durch einen seltenen Zufall, als er am 17. November 1890 frühmorgens den soeben gemeldeten neuen Kometen Zona beobachten wollte. Er sah, als er den 27-Zöller auf die betreffende Himmelsgegend richtete, sofort einen Kometen, der ihm aber für den gesuchten zu klein und schwach erschien. Es war in der Tat ein neuer, dessen Umlaufszeit er bald danach auf etwas weniger als $6^1/_2$ Jahre feststellte. Bei seiner ersten Wiederkunft, 1897, hat er sich nicht sehen lassen, hoffentlich glückt's den Astronomen diesmal, ihn zu fassen.

Mit weit größerer Sicherheit läßt sich die Wiederauffindung des im Jahre 1843 entdeckten

Fayeschen Kometen voraussagen. Er hat sich bisher stets pünktlich wieder eingestellt und passiert Mitte Oktober seine Sonnennähe mit ähnlichem Laufe wie im Entdeckungsjahre, dürfte jedoch schon im September aufgefunden werden und bis in das Jahr 1904 hinein sichtbar bleiben. Er gibt seine Gastrolle jetzt zum neuntenmal (1843, 1851, 1858, 1866, 1873, 1881, 1888, 1896, 1903), öfter als irgend einer seiner Brüder, ausgenommen der Halleysche und der Enckesche Komet. Seit dem letzten Erscheinen muß der Komet Faye übrigens erheblich durch den Jupiter gestört worden sein, dem er 1899 und 1900 ziemlich nahe gestanden hat; doch ist über den Betrag dieser Störungen bisher nichts Näheres bekannt geworden.

An keinem Kometen ist die zerstörende Tätigkeit des Jupiter so sichtbar geworden wie an dem etwa gleichzeitig mit dem Fayeschen durch den sonnennäheren Scheitel seiner Bahn gehenden Kometen Brooks (1889 V). Leider wird er für die Südhälfte der Erdkugel in günstigere Stellung gelangen als für uns. Dieser Wagehals zog im Juli 1886 so dicht am Jupiter vorbei, daß er dessen Oberfläche gestreift haben könnte. Das bewirkte eine totale Umgestaltung seiner Bahn, deren sonnennächster Punkt jetzt zum sonnenfernsten wurde, während die ehemalige Umlaufszeit von 31 Jahren nun auf ein Viertel, auf 7·07 Jahre, verkürzt wurde. Die ungleichen Anziehungen, welche die einzelnen Teile des Kometenkörpers durch den Riesenplaneten erfuhren, scheinen auch den Anlaß zu seiner späteren Zerteilung gegeben zu haben. Die innere Anziehung des Kometen war zu gering, um die entfremdeten Teile nochmals wieder einverleiben zu können. So erschien er denn im Entdeckungsjahre mit vier bis fünf Nebenkometen, von denen einer vier Monate lang sichtbar blieb. Diese Begleiter machten alle einen eigentümlichen Auflösungsprozeß durch, der drei Jahre später in verstärktem Maße an dem Holmesschen Kometen beobachtet worden ist. Im Jahre 1896 kehrte vom Brooks nur ein einfacher Komet wieder, wahrscheinlich der Hauptkomet von 1889, obwohl dieser damals zeitweilig nicht heller gewesen war als einer seiner Begleiter. Der Komet Brooks könnte übrigens identisch sein mit dem Lexellschen Kometen von 1770.

Zwei andere längst bekannte Kometen mit kurzer Umlaufszeit, der Winneckesche und der d'Arrestsche, erlangen im Dezember 1903 oder im darauffolgenden Monat ebenfalls ihre Sonnennähe, werden aber wohl unbemerkt vorüberziehen.[1])

Außer diesen ständigen, wenn auch seltenen Besuchern hat sich eine Anzahl durchreisender Gäste in unserem Sonnensystem gezeigt. Auf der Suche nach dem Kometen Tempel-Swift entdeckte am 15. Januar 1903 der Astronom Giacobini auf der Nizzaer Sternwarte den ersten Kometen des Jahres (1903 a). Die Bewegung dieses Himmelskörpers weicht von der des gesuchten Tempel-Swift so sehr ab, daß eine Wesensgleichheit beider ausgeschlossen erscheint. Er stand bei seiner Entdeckung im Sternbild der Fische als nebelartiges Gebilde 10. Größe, so daß er, ebenso wie der am 3. Dezember 1902 von demselben Entdecker aufgefundene Komet 1902 d, nur in stärkeren Fernrohren sichtbar war. Die scheinbare tägliche Bewegung von 1903 a war eine sehr langsame, tatsächlich aber eilte er mit einer Geschwindigkeit von etwa $^1/_2$ Million Meilen täglich fast gerade auf die Erde zu, so daß er im März, wo er sich zwischen Algenib (im Pegasus) und Sirrah (in der Andromeda) hindurch bewegte, mit bloßem Auge sichtbar wurde.

Am 2. Mai wurde auf der südlichen Halbkugel, zu Thames auf Neuseeland, ein weiterer Komet entdeckt (1903 b), der in unseren Breiten nicht gesehen werden konnte.

Am 21. Juni fand Borrelly in Marseille einen dritten nichtperiodischen Kometen (1903 c), der bei seiner Entdeckung eine Helligkeit 9. Größe zeigte. Er stand anfangs noch südlich vom Äquator im Sternbilde des Wassermanns, bewegte sich jedoch so schnell nach Norden, daß er Mitte Juli schon im Sternbilde des Drachen stand und mit bloßem Auge sichtbar war. Am 20. Juli erreichte er den Ort seiner größten Deklination im Sternbilde des Kleinen Bären, durchmaß dann während des Juli und August die Sternbilder des Großen Bären und des Kleinen Löwen. Am 27. August hatte er seine größte Sonnennähe erreicht; er kam der Sonne auf 52 Millionen Kilometer nahe, also etwas näher noch, als es der sonnennächste Planet, Merkur, vermag. Im Fernrohr und besonders auf den photographischen Aufnahmen (von Quénisset in Nanterre, Wolf in Heidelberg) waren starke Schweifbildungen sichtbar, während der Kern einen wahren Durchmesser von fast 200.000 Kilometern (größer als der Jupiters) besaß. Ende August näherte er sich der Ekliptik und wurde unsichtbar.

Seine größte Erdnähe hatte 1903 c schon am 15. Juli erreicht; sie betrug $40^1/_2$ Millionen Kilometer. Zwei Tage später zeigte er die größte Helligkeit und bot überhaupt im Juli und August ein dem unbewaffneten Auge gut wahrnehmbares Objekt. Er bestätigte die Regel, daß die Helligkeit eines Kometen, wenn er sich der Sonne nähert, mehr zunimmt, als die Vorausberechnung ergibt. Am 26. Juli besaß er bereits die Helligkeit eines Sternes 3·4 Größe, glich an Lichtstärke dem Sterne δ im Großen Bären und veränderte das Aussehen dieses Sternbildes dergestalt, daß es selbst dem Nachtwächter des Ortes Gehren bei Luckau auf seinen einsamen Wanderungen auffiel. Seine Schnelligkeit war eine ganz bedeutende; er durchlief in einem Monat fast einen Himmelsquadranten und bewegte sich während dieser Zeit in einer Stunde um zehn Bogenminuten, in einer Minute um zehn Bogensekunden vorwärts, so daß man mit einem großen Fernrohr seine Bewegung unter den Fixsternen auf den ersten Blick wahrnehmen konnte.

Damit das Jahr 1903 hinter seinem Vorgänger nicht zurückbleibe, ist am 18. August auf der Lick-Sternwarte in Kalifornien von Brooks ein vierter neuer Komet (1903 d) entdeckt worden, fast gleichzeitig mit zwei kleinen Planeten, welche Wolf und

---

[1]) Naturwiss. Rundschau 1903, Heft 1; Das Weltall 1903, Heft 9.

Dugan durch photographische Himmelsaufnahmen als Sternchen 12. Größe auffanden.

Hinsichtlich der kleinsten unseren Augen erreichbaren Weltsplitterchen, der Meteore und Meteoriten, können wir uns, nachdem sie im ersten Jahrgange ausgiebigere Berücksichtigung gefunden, kürzer fassen. Im Gegensatze zu 1901, wo die Leonidenmeteore am 15. November noch in großer Zahl, wenigstens in Amerika, gesehen wurden, brachte der November 1902 nur noch ganz vereinzelte, diesem Schwarm zugehörige Erscheinungen. Es ist demnach wohl anzunehmen, daß die dichtesten Teile der Meteorwolke, die in den Jahren 1799, 1833, 1866 sowie in den Nachbarjahren von der Erde durchschnitten wurde, diesmal vorübergezogen sind, ohne mit uns in so nahe Berührung zu kommen wie in jenen Zeiten. Die Anziehungskräfte des Jupiter und desselben Jahres gepriesen als „Nachdencklich dreyfaches Wunderzeichen, womit der erzürnte Gott die hefftig versündigte weltgesinnte Menschheit zur Busse und Besserung locken und anreitzen will". Hat leider nichts genützt. Unser Meteor aus dem vergangenen November zog um 5 Uhr 20 Minuten mit ungeheurem Glanz über Deutschland hinweg, bewundert von außerordentlich vielen Sonntagsspaziergängern. In etwa 200 Kilometer über dem Erdboden in der Gegend von Wittenberg aufleuchtend, bewegte er sich binnen $3^1/_2$ Sekunden schräg abwärts bis in die Gegend von Marburg an der Lahn, wo die Lichterscheinung unter Ablösung zahlreicher glimmender Funken erlosch. Ihre Schnelligkeit, rund 100 Kilometer in der Sekunde, würde unter Berücksichtigung der Erdbewegung vor dem Eindringen in die Atmosphäre 109 Kilometer, d. h. 3·6mal so viel wie die Geschwindigkeit der Erde,



Der Meteorit von Bokubirito.

Saturn haben bewirkt, daß die Bahn des Leonidenschwarmes die Erdbahn nicht mehr direkt schneidet, sondern im Abstande von mehreren Millionen Kilometern kreuzt. Auch die nach dem Bielaschen Kometen benannten Sternschnuppen, die in den Jahren 1872, 1885 und 1892 in riesigen Mengen erschienen, haben im letzten November vergeblich auf sich warten lassen. Doch ist dies Ausbleiben nicht zu verwundern, da der Bielaschwarm gegenwärtig bei einer Umlaufszeit von $6^2/_3$ Jahren sich in der Gegend seiner Sonnenferne befinden muß und der Erde jetzt nur vereinzelte abgesprengte Glieder des Schwarmes begegnen könnten.[1])

War das Meteor vom 16. November 1902 ein solches versprengtes Glied? Es erinnerte in seinem Glanze an die am 4. November 1697 abends zwischen 6 und 7 Uhr in Lübeck und Hamburg beobachtete, in einem weitverbreiteten Holzschnitte verewigte Feuerkugel, von der Geistlichkeit neben einem Kometen und einer Mißgeburt betragen haben. Der Ausstrahlungspunkt (Radiationspunkt) der Feuerkugel lag im Sternbilde des Perseus nur 15° von dem Punkte entfernt, aus dem früher gegen Ende November zahlreiche, dem Bielaschen Kometen zugeschriebene Sternschnuppen zu erscheinen pflegten. Dennoch kann ein Zusammenhang dieser Feuerkugel mit den Bieliden wegen der weit größeren Geschwindigkeit unseres Meteors nicht mit Bestimmtheit angenommen werden.

Um einen Einblick in die Häufigkeit der Sternschnuppenfälle zu gewinnen, hat man auf der astrophysikalischen Abteilung der Heidelberger Sternwarte die in den Jahren 1890—1902 während der Monate August und September gemachten Aufnahmen nach Sternschnuppen abgesucht. Die Schnuppen verraten sich auf den Platten durch einen derben, quer über die ganze Platte laufenden Strich, wie z. B. eine Aufnahme des Kometen 1903 c derselben Warte zeigt. Merkwürdigerweise fanden sich auf den 369 Platten mit zusammen 625 Stunden Belichtung nur 19 verschiedene Sternschnuppen. Danach läßt sich berechnen, daß an

[1]) Nach A. Berberich in „Das Weltall" 1903, S. 99.

einem Tage im August oder September am ganzen Himmel etwa 300 Sternschnuppen vierter oder hellerer Größe zu fallen pflegen.[1])

Hervorragende Meteorsteinfälle sind im vergangenen Jahre nicht beobachtet, dagegen gelang es dem Professor Henry A. Ward in Rochester, dem hervorragendsten Meteoritensammler, dessen mühevoll erarbeitete Sammlung 550 verschiedene Fundstücke, also etwa $^{5}/_{6}$ aller bis jetzt bekannten Funde enthält, kürzlich einen Riesenmeteorstein zu bergen und für die Wissenschaft zu retten. Dieser Meteorit, der schon lange im Boden ruhen mag, da uns keine Kunde von seinem Falle meldet, wurde in Mexiko nahe der Bergstadt Bokubirito gefunden und nach letzterer benannt. Er hat eine Länge von 4·25 Meter, eine Breite von 1·85 Meter und eine Dicke von 1·60 Meter und wiegt 50.800 Kilogramm. Er lag in einem Kornfelde eingebettet, und nur ein kleines über die Bodenfläche ragendes Ende verriet seine Gegenwart. 28 Arbeiter waren zwei Tage lang beschäftigt, ihn freizulegen und aufzurichten. Seine Rinde trägt die charakteristischen Vertiefungen und das Innere zeigt in hervorragendem Maße Kristallgefüge. Als Hauptbestandteil ergab sich, bei einem spezifischen Gewichte von 7·69, Eisen, nämlich 88%, dem sich unter anderen Mineralien besonders Nickel und Kobalt zugesellen. Gegenwärtig bildet der Bokubirito samt der übrigen Sammlung Professor Wards eine Zierde des naturhistorischen Museums in New-York.

Rätsel vom Monde.

Vergangene Generationen huldigten der Annahme, daß die Meteorsteine Auswürflinge der Mondkrater seien, eine Ansicht, die späterhin viel belacht und bespöttelt wurde. Mit Unrecht; denn wenn wir auch keineswegs annehmen wollen, sie stammten wirklich aus den Mondkratern — sie könnten wenigstens vom Monde stammen, dessen vulkanische Tätigkeit und sonstige Lebensäußerungen nach den feinen und größtenteils neuen Beobachtungen William E. Pickerings, des schon mehrfach genannten berühmten Astronomen der Harvard University, noch keineswegs völlig erloschen zu sein scheinen.[2]) Das den Beobachtungen äußerst günstige Klima der beiden südlichen Stationen zu Mandeville auf Jamaika und zu Arequipa in Peru (fast 2500 Meter über dem Meere) erlaubte ihm vieles zu sehen, was die Atmosphäre unserer Gegenden dem Auge entzieht.

Pickering sucht zuerst die Frage zu beantworten, ob die vulkanische Tätigkeit des Mondes, die früher zweifellos eine große Rolle spielte, jetzt vollständig aufgehört habe. Er prüft sie an zwei Kratern, dem zuerst im Jahre 1651 auf einer Mondkarte verzeichneten „Linné" und dem unter 10° westlicher Länge und 50° nördlicher Breite gelegenen „Plato". Wenn der Krater Linné 1651 und 1788 nicht größer als jetzt gewesen wäre, hätten ihn die damaligen Astronomen mit ihren unvollkommenen Fernrohren sicherlich nicht bemerkt. Im Anfang des XIX. Jahrhunderts beschrieb man ihn als sehr tief und von ungefähr 4 Meilen Durchmesser. Schmidt sah ihn 1843 zum letztenmal mit 7 Meilen Durchmesser und 1000 Fuß Tiefe, kündigte aber im Jahre 1866 an, daß er verschwunden sei. Einige Monate darauf fand er jedoch an derselben Stelle wieder einen ganz kleinen Krater von nur $^{1}/_{4}$ Meile Durchmesser, der sich im Laufe einiger Jahre allmählich auf $1\,^{1}/_{2}$ Meilen vergrößerte. Gegenwärtig ist der Linné, obgleich noch sichtbar, wieder auf $^{3}/_{4}$ Meilen zurückgegangen.

Ein ebenso interessanter Beweis noch vorhandener vulkanischer Tätigkeit auf dem Monde ist der Krater Plato. Er bildet eine fast vollständige Ebene von mehr als 60 Meilen Durchmesser, besät mit zahlreichen kleinen Kratern, deren Durchmesser von einer Meile bis zu wenigen hundert Fuß schwankt. Diese Krater, deren auf verschiedenen Karten seit 1869 36 bis 42 verzeichnet sind, ändern sich ihrer Zahl und Lage nach unausgesetzt: nur drei von ihnen sind auf den von Pickering wiedergegebenen Abbildungen des Plato aus den Jahren 1870, 1881 und 1892 allen drei Karten gemeinsam; andere verschwinden vollständig, noch andere nehmen ab und wachsen, während der in der Mitte gelegene Zentralkrater der bedeutendste bleibt. Daraus ergibt sich die vulkanische Tätigkeit mancher Mondgegenden mit größter Wahrscheinlichkeit.

Aber weiter: Pickering glaubt, entgegen den landläufigen Anschauungen, auch Schnee auf dem Monde nachweisen zu können. Da die Dichtigkeit der Mondatmosphäre aller Wahrscheinlichkeit nach nur etwa $^{1}/_{10000}$ derjenigen der Erdoberfläche beträgt, so kann dort Wasser in flüssigem Zustande überhaupt nicht vorkommen: über dem Gefrierpunkte verdampft es, unter ihm existiert es teils als Dampf, teils als Eis in Form von Schnee und Reif. Viele der kleinen Mondkrater sind von einer weißen Masse eingerahmt, welche, wenn die Sonne darauf scheint, lebhaft glänzt. Die gleiche weiße Substanz umgibt auch Teile der größeren Krater und findet sich auch auf einigen der höheren Berggipfel vor. Auf den Photographien treten durch die hellgraue Farbe des größeren Teiles der Mondoberfläche die weißen Gegenstände noch lebhafter hervor als bei der Betrachtung durch das Teleskop.

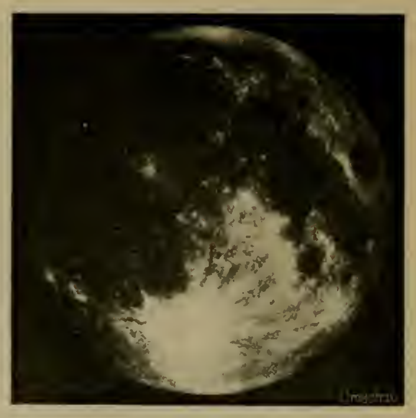
Außer diesen sehr hellen Stellen zeigen sich noch andere weniger glänzende, aber eigentümlich charakteristische Punkte. Während der ersten 24 Stunden des Mondtages — der etwa 15 Erdentage dauert — unsichtbar, werden sie mit dem Aufsteigen der Sonne immer höher und fallen nach einigen Erdentagen besonders in die Augen. Später fangen sie an zu verblassen und verschwinden schließlich kurz vor Sonnenuntergang. Sie bedecken die oberen Abhänge vieler Berge, die Ränder und manchmal auch die inneren Gipfel zahlreicher jüngerer Krater. Bisweilen ziehen sie sich als glänzende Höfe meilenweit um viele der kleinen Krater. Am auffallendsten sind jedoch lange helle Linien, die manchmal Hunderte von Meilen entlang von irgend einem der höheren

[1]) S. Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft, 38. Jahrgang (1903), S. 123.

[2]) „Ist der Mond ein toter Planet?" Die Umschau, Band VII (1903), Nr. 2.



Der Vollmond, durch ein kleines Fernrohr beobachtet.



Photographie des Vollmondes.

Zentralkrater ausstrahlen. Es sieht so aus, als ob diese nur teilweise hellen Gegenden auch nur zum Teil von jener weißen Substanz der glänzenderen Flecken bedeckt seien, oder als ob jene Substanz, vielleicht durch Schmelzen in Höhlungen und Abgründe eingesunken, die hervorragenderen Teile der Oberfläche entblößt lasse. Daß sie dort erst eine Zeitlang nach Sonnenaufgang sichtbar werden, erklärt sich aus der Dünnheit der Mondatmosphäre, welche keinen noch so hellen Gegenstand ohne direkte Bestrahlung der Sonne sichtbar werden läßt. Sie treten also erst dann hervor, wenn die Sonnenstrahlen in die Abgründe und Höhlungen dringen, in denen dieser weiße Stoff liegt.

Eine Betrachtung der Photographie des Vollmonds, aufgenommen zu der Zeit, wenn beide Pole gleichmäßig von der Sonne beschienen werden, zeigt drei breite sowie zahlreiche kleinere helle Regionen. Die hervorragendste hellere Fläche umgibt den auf der Südhalbkugel gelegenen Krater Tycho und erstreckt sich von ihm nordwestlich bis zum Mondäquator; diese ganze Gegend ist hochgelegen und gebirgig, bietet also offenbar dem „Schnee" viele Schlünde und Höhlungen. Im Zusammenhang mit dieser Region steht die helle Südpolargegend, während die Nordpolargegend von ihnen ganz getrennt ist und der ganze übrige Körper und Saum des Mondes bis auf diese Gegenden dunkel erscheint. Die Tatsache, daß der weiße Stoff sich um die Polargegenden und an den Bergabhängen und Kraterrändern sammelt, könnte wohl zu der Vermutung berechtigen, daß es Schnee oder Reif sei.

Hat die Mondoberfläche noch Wasser, wenn auch nur in Form von Schnee und Reif, so läßt sich die Möglichkeit organischen Lebens daselbst nicht absprechen; wir brauchen nur an die Schneealgen unserer Hochgebirge zu denken. „Wenn der Mond — sagte Pickering — eine Atmosphäre besitzt, die auch nur Spuren von Wasserdampf enthält, so liegt gar kein Grund vor, warum organisches Leben unmöglich sein sollte, obwohl unter diesen Umständen höchstwahrscheinlich ein solches Leben, mit dem auf der Erde verglichen, nur von untergeordnetster Bedeutung sein könnte. — Das Vorhandensein solchen Lebens würde anderseits wieder den Beweis liefern, daß Wasserdämpfe vorhanden sind."

Pickering hat nun unter den ihm zu Gebote stehenden günstigen Beobachtungsverhältnissen Stellen auf dem Monde entdeckt, welche für das Dasein niedrigsten organischen Lebens zu zeugen scheinen. Ein solcher „veränderlicher Fleck", wie er ihn nennt, dunkelt kurz nach Sonnenaufgang stark und verblaßt dann ebenso rasch bei Sonnenuntergang, also nach 14tägigem Bestehen. Das Dunkelwerden ist häufig von einer Verkleinerung, das Verblassen von einer Vergrößerung begleitet. Auch die Farbe zeigt Unterschiede: einige Flecken werden bei ihrem Maximum tiefschwarz, andere mehr dunkelgrau und andere hellgrau. Wenn sie sich innerhalb eines Kraters befinden, so nehmen sie stets den innersten Teil seines Bodens ein. Schatten können sie nicht sein, da sie dann bei Vollmond nicht am dunkelsten sein könnten; folglich müssen sie durch einen wirklichen Wechsel in der Natur der Mondoberfläche hervorgebracht werden. Die einzige einfache Erklärung scheint die Annahme zu bieten, daß hier organisches, einer Vegetation ähnliches, wenn auch mit derselben nicht notwendig identisches Leben vorliege, und wenn wir berücksichtigen, daß der lange Mondtag in kleinem Maßstabe dem Aufblühen und Absterben in unserem Erdenjahre entspricht, so erscheint diese Annahme, ein Keimen, Blühen und Absterben, als die passendste Erklärung.

Mit der Annahme, daß unser Trabant sich im Stadium der Kosmothanie, des Weltentodes, befinde, schlossen wir unseren Bericht über den Mond im ersten Bande des Jahrbuches. Nun lebt er also möglicherweise doch noch und trägt vielleicht gar noch eigenes Leben: möge ihm solches, wie das bei Totgesagten zutreffen soll, noch recht lange beschieden sein.

Im Bereiche des Luftmeeres.

(Meteorologie.)

Der Mond und das Wetter. * Die kritischen Tage. * Die Sonne und das Wetter. * Ströme und Wogen des Luftmeeres. * Atmosphärische Licht- und Farbenspiele. * Die luftelektrischen Vorgänge. * Der Luftozean.

Der Mond und das Wetter.

Während eine Erörterung darüber, ob der Mond ein wenn auch noch so geringes Eigenleben führe, niemanden sonderlich aufregen wird, entbrennt sofort ein hitziger Streit der Geister, sobald die Frage aufgeworfen wird, ob unser Trabant einen Einfluß auf die irdischen Witterungsverhältnisse auszuüben vermag. Hie offizielle Wissenschaft! — hie Falb! — so geht das Feldgeschrei hin und wieder und selbst „führende" Tagesblätter, welche sonst nur aus dem klaren Born staatlich approbierten Fachwissens schöpfen und gegen alles, was dawider verstößt — Spiritismus und Naturheilkunde, Geisterapporte und Kurpfuschertum — voll heiligen Zornes zu Felde ziehen, im Hauptteil und unter dem Strich (freilich nur, um den finsteren Mächten im Inseratenteil die Spalten desto liebevoller zu öffnen — denn jenes ist ehrenvoll und dieses bringt Gewinn): sogar solche erleuchteten Volksbildungsmittel geraten angesichts der Frage „Mond und Wetter" manchmal auf bedenkliche Abwege und öffnen alsdann selbst dem vom Tribunal der Wissenschaft verdammten Falb und seinen Anhängern das sonst so streng gehütete Heiligtum des Feuilletons.

Versuchen wir, einen Einblick in das Berechtigte oder Unberechtigte des Glaubens an den Mondeinfluß zu gewinnen. „Der Mond sollte zwar keinen Einfluß auf die Witterung haben, er hat aber einen," trefflicher als mit diesen Worten des alten Lichtenberg ist wohl nie der Stand dieser Frage gezeichnet worden. „Er sollte keinen Einfluß haben, beileibe nicht! Der Mond hat in der Meteorologie nichts zu schaffen! Er mag alten Weibern als Barometer dienen, Katzen und Somnambule auf die Dächer locken, aber den Männern der Wissenschaft ist er eine pure Velleität, eine Null. Wem nicht sofort beim Lesen des obigen Titels sich die Galle im Leibe umdreht, der ist kein Fachmann in der Meteorologie." Mit diesen Sätzen begann der vor kurzem leider verstorbene Meteorologe Rudolf Falb einen seiner immer gehaltvollen, wenn auch nicht immer überzeugenden Artikel über „Das Wetter und der Mond".[1]) Er legt darin dar, wie seine Vorgänger sich den Einfluß des Mondes auf das Wetter gedacht haben und daß sie alle mehr oder weniger auf Irrwegen gewandelt seien. Um zu erfahren, wie er selbst sich die Sache denkt, lassen wir ihn möglichst mit eigenen Worten reden. Er behauptet folgendes:

„Wenn es einen Mondeinfluß gibt, so kann er sich nur auf dessen Anziehung beziehen, welche im Vereine mit der Anziehung der Sonne auf unsere Atmosphäre je nach den verschiedenen Stellungen beider Gestirne zur Erde verschieden ist und demnach das Luftmeer in Ebbe und Flut zu bringen strebt. Indem wir hier nur ein Streben annehmen, unterscheiden wir unsere Anschauung von jener eines Kreil, Bouvard, Eisenlohr, welche das tatsächliche Vorhandensein einer solchen Flut aus den Barometerständen ableiten zu können glaubten.

„Die Luft unterscheidet sich vom Meere unter anderem auch dadurch, daß nicht nur ein Gleichgewicht der Anziehung, sondern auch eines der Dichte mit großer Energie angestrebt wird. So entstehen gewaltige Strömungen, welche, neben- und übereinander oft in verschiedenen Richtungen laufend, weder eine Flut, das ist den Druck einer ruhigen hohen Luftmasse, noch eine Ebbe zur Erscheinung kommen lassen. Wird dies berücksichtigt, dann muß sich die Untersuchung über den Mondeinfluß auf das Wetter ganz anders gestalten. „Schön" oder „Regen" ist dann nicht mehr entscheidend, ebensowenig der dauernde, sondern der rasch schwankende Barometerstand, eine große und heftige Bewegung der Atmosphäre, in welcher Luftmassen der verschiedensten Wärmegrade einander begegnen und sonach zur Bildung von Gewittern und Hagelfällen Veranlassung geben.

„Da nun im Sommer die Veranlassung zu diesen Erscheinungen alltäglich vorhanden ist, so wird die Untersuchung sich auf die Wintermonate beschränken müssen, und zwar auf den Dezember und Januar, wo, statistisch nachgewiesen, die Gewitter am seltensten sind. Wir fanden, daß von 44 Gewittern, welche von Dezember 1859 bis Januar 1870 in diesen beiden Monaten eintraten, 19, also nahezu die Hälfte, innerhalb einer Pentade (Zeitraum von fünf Tagen) fallen, in deren Mitte ein Neu- oder Vollmond liegt, während nur zwölf auf die Pentaden der Viertel treffen. Dies spricht nun nach dem Wahrscheinlichkeitskalküle sehr dafür, daß die Syzygien (s. Anm. S. 50) der Gewitterbildung günstiger sind als die Quadraturen. Umfassendere Untersuchungen, zu denen mir das Material fehlt, dürften noch größere Differenzen ergeben."

An Untersuchungen über den Einfluß des Mondes auf das Wetter hat es, wie hier eingeschoben sei, nie gefehlt. Noch jüngst hat W. Ellis den Einfluß der Mondphasen auf den Regen auf Grund der Greenwicher Aufzeichnungen in den Jahren 1862 bis 1901 untersucht. Er berechnete für diese 40 Jahre die mittlere Höhe des Regenfalles für die drei Tage um Neumond und ebenso für die drei Tage um Vollmond. Auf diese Weise sollte sich herausstellen, ob, wie die Volksmeinung glaubt, zur Zeit des Neumonds mehr Regen fällt als um die Zeit des Vollmonds. Wurde die ganze Beobachtungszeit in vier Zehnjahr-Perioden zerlegt, so ergab sich, daß 1862—1871 zur Zeit des Neumondes 4% weniger

[1]) Falbs Wetterkalender, 2. Halbjahr 1903.

Regen als zur Vollmondszeit gefallen war, 1872 bis 1881 etwa 12% weniger, 1882 bis 1891 dagegen 10% mehr und 1892—1901 sogar 67% mehr. Zöge man nur die beiden ersten Jahrzehnte in Betracht, so müßte man zu dem Schlusse kommen, daß der Vollmond den Regenfall etwas vergrößert, während die Beobachtungen von 1882 bis 1901 ergeben, daß der Neumond erheblich mehr Regen bringt. Der richtige Schluß aus allen Beobachtungen ist natürlich der, daß gar keine Beziehungen zwischen den Mondphasen und der Regenmenge stattfindet, die Volksmeinung also irrig ist. Gegen Falb spricht diese Untersuchung allerdings nicht, denn er betont mehr den Unterschied zwischen Neu- und Vollmond (als gleichwertig) einerseits und den beiden Vierteln anderseits.

Professor Lindemann hat den Einfluß des Mondes auf die Windrichtung untersucht.[1]) Die Beobachtungen, auf denen er fußt, sind während der Jahre 1865—1884 in Annaberg im Erzgebirge gemacht, welcher Ort wegen seiner hohen und freien Lage fast allen Winden freien Zutritt gewährt. Während dieser 20 Jahre bildete die mittlere Richtung des Windes zur Zeit der Syzygien mit der Nordsüdrichtung einen Winkel von 238° = Westsüdwest, während der Quadraturen einen solchen von 225° = Südwest. Ähnlich zeigte sich während zweier Beobachtungsjahre auf der Leipziger Sternwarte die Windrichtung während der Syzygien durchschnittlich Westsüdwest und West, während der Quadraturen Südwest. Ein gewisser Einfluß der Mondphasen scheint also zu bestehen, doch ist der Einfluß der Sonne beträchtlich stärker.

Eine dritte Untersuchung von Friedrich Meißner ist dem synodischen Mondlauf und Niederschlag gewidmet (an demselben Orte). Der Verfasser betont schon eingangs, daß die Resultate derartiger wissenschaftlicher Untersuchungen äußerst gering zu sein pflegen. „Relativ gut ist man über den Einfluß des Mondes auf den Luftdruck unterrichtet, während man bei den übrigen Witterungsfaktoren meistens nur unbestimmte Spuren hievon hat entdecken können." Van Bebber in seinem „Handbuch der ausübenden Witterungskunde" kommt nach einer erschöpfenden Übersicht aller einschlägigen Untersuchungen zu dem Ergebnis, daß der Einfluß des Mondes auf den Niederschlag zwar feststehe, aber so geringfügig sei, daß man ihn in der Praxis außer acht lassen könne.

Nach der Untersuchung Meißners übt der Mond einen Einfluß auf die Niederschläge insofern aus, als starke Niederschläge (mehr als 5 Millimeter pro Tag) am häufigsten während des ersten Viertels auftreten; er spricht aber die Vermutung aus, daß dies Ergebnis nur für Norddeutschland Gültigkeit habe, da die Regenmessungen, aus denen es gezogen ist, aus Potsdam stammen, und daß in anderen Gegenden zu gleicher Zeit andere Witterungsverhältnisse vorherrschen können; es würde hienach dieselbe Mondphase in diesen Gegenden schlechtes, in jenen schönes Wetter zur Folge haben, und es sei sehr wohl möglich, daß das von ihm gefundene Ergebnis nur für ein beschränktes Gebiet Geltung habe.

Dagegen betont Falb seine Überzeugung, daß innerhalb des Gebietes, in welchem sich die Golfstrom-Depressionen geltend machen, der Einfluß des Mondes ein gleichförmiger sei, und zwar derart, daß er an den Hochfluttagen die Gewitter und Niederschläge befördere. Nach ihm verdienen Untersuchungen wie die vorstehenden das Prädikat „gründlich" nicht. Sollen sie gründlich sein, so müssen sie mit den berechneten Flutwerten in die meteorologischen Tafeln eingehen und nicht einfach nach Voll- oder Neumond, nach Erdnähe und Erdferne rechnen. „Für uns — so schließt er seine eingangs erwähnte Abhandlung — steht der Mondeinfluß auf die Atmosphäre, und zwar in sehr merklicher Weise, außer Zweifel. Er galt uns, in der Form einer Flutwirkung, anfangs nur als Hypothese, welche dazu dienen sollte, die Gesichtspunkte der Untersuchung, die Erscheinungen anzugeben, auf welche ein besonderes Augenmerk zu richten ist. Diese Gesichtspunkte waren neu, aber sie haben sich bewährt."

Den vorsichtigen Leser werden ja nun die zuversichtlichen Worte Falbs ebensowenig überzeugt haben wie den Referenten, und wir werden gut tun, uns erstens danach umzusehen, was er denn eigentlich meint, und zweitens, ob seine Meinung begründet ist. Gewisse Aufschlüsse über seine Wettertheorie erhalten wir aus einer kurzen Abhandlung über die kritischen Tage, welche er jedem Hefte seines Wetterkalenders voranschickt. Danach ist er durch Beobachtungen seit 1868 allmählich zu der Überzeugung gelangt, daß der Einfluß der flutbildenden Anziehungskraft von Mond und Sonne sich nicht auf die Ozeane beschränke, sondern nach ähnlichen Verhältnissen auch auf das Luftmeer und die im Innern der Erde befindlichen flüssigen und gasigen Massen wirke, so daß sich unter Umständen große atmosphärische Störungen, Erdbeben und Gasexplosionen in Kohlengruben an jenen Tagen häufen, an welchen die Berechnung die größte Flutkraft von Mond und Sonne ergibt. Das sind nun Falbs „kritische" Tage, so genannt einerseits, weil sich an ihnen das Gleichgewicht der genannten Massen ändert, anderseits, weil sie für die Beurteilung der Größe jenes Einflusses maßgebend erscheinen. Damit ist nicht gesagt, daß an jedem dieser Termine die erwähnten Störungen eintreten müssen; ob sie sich vollziehen, hängt vielmehr davon ab, ob das Gleichgewicht der Atmosphäre stabil oder labil (standfest oder schwankend) ist, ob das Wetter Neigung zu Beständigkeit oder zum Entgleisen zeigt und auch noch von anderen Umständen.

Es ist also die Tendenz zu einer Störung vorhanden und die einzelnen Konstellationen, von denen jede für sich eine Verstärkung dieser Kraft bewirkt, sind folgende: 1. Die Erdnähe des Mondes. 2. Der Äquatorstand des Mondes. 3. Die Erdnähe und 4. der Äquatorstand der Sonne. 5. Die Syzygien (Neu- und Vollmond). 6. Die Finsternisse der Sonne und des Mondes, bei denen die Syzygien am wirksamsten sind. Der fünfte Faktor hat theoretisch den größten Wert, ihm zunächst kommt der

[1]) „Das Wetter", meteorol. Monatsschrift, Berlin 1896, wieder abgedruckt in Falbs Wetterkalender 1903, 1. Halbjahr.

zweite. Nach diesen sechs Faktoren berechnet Falb seine kritischen Tage 1. bis 3. Ordnung, nach ihnen gibt er offenbar auch seine Monatscharakteristiken und seine Tagesprognosen. Versuchen wir zunächst festzustellen, welchen Wert diese letzteren besitzen.

„Den Falbgläubigen ins Stammbuch" nennt sich ein kurzer Artikel der „Gaea",[1]) der die Falbschen Prophezeiungen des Juni 1902 nach der Wirklichkeit prüft, und zwar für Württemberg. „In der ersten Woche — heißt es bei Falb — herrscht ausgebreitetes Regenwetter bei verhältnismäßig niedriger Temperatur." Köstlich! Wir hatten in Württemberg gerade in der ersten Juniwoche die außerordentliche Hitze, die höchste Steigerung der warmen Tage vom 27. Mai an! Erst der 4. Juni brachte — ausgebreitetes Regenwetter? durchaus nicht, sondern eben das zu erwartende Gewitter, das die Hitze brach, aber zunächst kein Regenwetter nach sich zog; dies trat erst ein, als die erste Woche zu Ende ging, nämlich am Samstag den 7. Juni. (Übrigens begann und endete in ganz Deutschland der Juni 1902 heiter, trocken und außerordentlich warm, während in der viel längeren Zwischenzeit fast beständig kühles Regenwetter herrschte. Namentlich zwischen dem 17. und 21. gingen in Sachsen, Bayern und besonders in Schlesien starke, Hochwasser hervorrufende Wolkenbrüche nieder.) Doch weiter zu Falb: „Namentlich dürfte sich der 6. Juni als ein kritischer Termin erster Ordnung bemerkbar machen, und zwar wahrscheinlich schon vom 3. ab. Zu dieser Zeit sind selbst Schneefälle in den höheren Regionen nicht ausgeschlossen." Der 6. Juni — schreibt die „Gaea" — ist für Falb ein kritischer Tag erster Ordnung geworden, denn „zu dieser Zeit" ist er mit seinen Gläubigen gründlich hereingefallen. Dabei beachte man die Unbestimmtheit des Ausdrucks! Der 6. Juli soll sich „bemerkbar" machen! Ja, wie denn? Das kann man hernach nach Belieben ausdeuten, und — die Prophezeiung ist eingetroffen. Daß am 4. Juni auf die tagelange Hitze ein Gewitter folgte, war das Allergewöhnlichste von der Welt, dazu braucht man sich nicht auf den kritischen 6. zu berufen. Weiter: „Nach diesem Termin wird es ziemlich trocken." Nun, wenn das, was wir vom 7. bis 20. Juni erlebt haben, bei Falb „ziemlich trocken" heißt, was heißt denn dann bei ihm „ziemlich naß"? „Vom 21. Juni an, einem kritischen Termin 3. Ordnung, sind wieder ausgebreitete Regen und unmittelbar zuvor zahlreiche Gewitter zu erwarten. Es wird verhältnismäßig kühl." Ganz genau eingetroffen, nur freilich einen halben Monat früher. „Verhältnismäßig kühl" war es nämlich vom 7. bis 20. Juni, aber gerade vom 22. an setzte die normale Wärme langsam ein, die dann an den beiden letzten Monatstagen ihren Höhepunkt erreichte. Von „ausgebreiteten Regen" keine Spur!

Frühere Vergleiche zeigen fast durchweg einen ähnlichen Fehlschlag der Voraussagungen. Doch wollen wir uns hiebei nicht beruhigen, sondern, um unserem Prognostiker gerecht zu werden, den Vergleich zwischen der Voraussage und dem Eingetroffenen über einen längeren Zeitraum erstrecken. Wir stellen zu dem Zweck die Falbschen Monatscharakteristiken und Tagesprognosen für Januar bis September 1903 den Wetter-Monatsübersichten in der „Naturwissenschaftlichen Wochenschrift" (Band II, 1903) gegenüber.

Der Januar 1903 soll nach Falb im ersten Drittel mit Ausnahme der ersten Tage ziemlich trocken sein, doch kommen Schneefälle vor; das zweite Drittel soll ausgebreitete und ergiebige Niederschläge, aber fast gar keinen Schnee bringen und in der Temperatur hoch über der normalen stehen. Im dritten Drittel, das wieder trocken, mit zahlreichen Schneefällen, verläuft, wird es sehr kalt. — In Wirklichkeit dagegen war es während des ersten Monatsdrittels und wiederum gegen Ende des Monats in ganz Deutschland trübe, feucht und mild, während in der Zwischenzeit trockenes, klares Frostwetter herrschte; also gerade das Gegenteil der Prognose.

Dem Februar weissagte Falb größere Trockenheit als dem Januar. Das erste Drittel bringt einige Niederschläge, ist besonders reich an Schneefällen und hat ungewöhnlich tief unter der normalen liegende Temperatur; das zweite Drittel ist noch trockener, ohne Schneefall, mit Gewitterneigung; die Temperatur erreicht eine ungewöhnliche Höhe. Am trockensten ist das dritte Drittel; spärliche Schneefälle treten ein und die anfangs normale Temperatur sinkt in den letzten Tagen bedeutend unter den Durchschnitt. — In Wirklichkeit war der Februar für einen Wintermonat ungewöhnlich warm, dabei ziemlich trüb, sehr windig und regnerisch, also völliger Gegensatz.

Der März sollte nach Falb im ersten Drittel nicht regen-, aber schneefallreich und von schwankender Temperatur, im zweiten außerordentlich trocken mit ausgedehnten Schneefällen, anfangs normaler, dann aber rasch zurückgehender Temperatur sein; dem dritten Drittel gibt er wenig Regen, ziemlich viel Schnee, eine anfangs niedrige, in den letzten Tagen aber zu bedeutender Höhe steigende Temperatur. — In der Tat war der März während seiner ersten Hälfte in Deutschland ziemlich trüb und kühl, während in der zweiten Hälfte freundliches und überaus mildes Frühlingswetter mit sehr lebhaften südlichen Winden herrschte. Schnee gab es sehr wenig. Daß der März ziemlich trocken war, stimmte.

Hinsichtlich des April stimmen die Falbsche Prognose und die Wirklichkeit insofern überein, als der Monat im Gegensatz zu den beiden vorhergehenden regenreich sein sollte und war; es läßt sich da beim April schlecht vorbeiprophezeien. Was aber die Charakteristik der einzelnen Witterungsperioden angeht, so widerspricht die Wirklichkeit der Prognose auch hier so vollkommen wie möglich.

Dieses Mißgeschick der Prognose setzt sich in gleicher Weise durch den Mai, der noch am besten stimmt, den Juni, Juli und August fort; hin und wieder trifft es, wie ja auch kaum anders möglich, meistens aber schlägt's fehl. Der Juli z. B. soll in der ersten Woche ausgebreitete und sehr ergiebige Regen und eine Temperatur tief unter normal bringen. Er kehrte sich nicht daran, sondern war in der ersten Woche sehr trocken und warm.

[1]) Gaea 1902, Heft 11.

Vom August schreibt Falb: „Dieser Monat ist im ganzen verhältnismäßig trocken. Gewitter treten in der ersten Woche, dann in der Mitte und am Ende des Monats auf. Die Temperatur ist schwankend, in der ersten Hälfte meist normal, in der zweiten aber ziemlich tief unter der Mitte." Tatsächlich war der August kühl, sogar in ganz Deutschland lagen die Temperaturen durchschnittlich 1—2° unter Normal; aber er war auch ungewöhnlich trüb und so regnerisch, daß er an Niederschlagsmenge alle Augustmonate seit 1890 übertraf. Die „allgemeine Tendenz zur Trockenheit" äußerte sich in schweren Wolkenmassen, wolkenbruchartigen Regenfällen und Hagel. Gewitter waren ziemlich selten, traten aber besonders im letzten Drittel auf, wo sie nach Falb verschwinden sollten. Derselbe Fehlschlag war in der Prognose der ersten Septemberwoche zu verzeichnen, die nicht zahlreiche und verbreitete Niederschläge bei normaler Temperatur, sondern Trockenheit und Hitze bescherte. Es erübrigt, den Vergleich hier weiter zu verfolgen. Für jeden, der die Voraussagen Falbs eine Zeitlang mit der tatsächlich eingetretenen Witterung verglichen hat, kann es nicht zweifelhaft sein, daß weit über die Hälfte der Prognosen nicht zutrifft, seine allgemeinen Monatscharakteristika und Tagesprognosen also irreleitend und völlig wertlos sind. Sehen wir nun zu, ob wir den „kritischen Tagen" sicherer trauen dürfen.

Die kritischen Tage.

Nach Falbs Behauptung haben die kritischen Tage im Jahre 1902 eine hervorragende Rolle gespielt und werden eine solche auch im Jahre 1903 spielen. Um ihre Bedeutung zu verstehen, müssen wir einen Blick auf des Autors ganze Wettertheorie tun. Auch nach Falb sind die Witterungsfaktoren in erster Linie von der Sonnenwärme abhängig, diese bedingt den Luftauftrieb in der Äquatorialzone für die ganze Erde. Die dadurch entstehenden Strömungen können sich aber in einzelnen beschränkten Gebieten durch Auftrieb der Luft wegen überschüssiger Bestrahlung im Vergleich zur Umgebung wiederholen, vornehmlich längs des warmen Golfsstroms, über dem eine aufsteigende Tendenz der Luft herrscht, wozu die niedrige Temperatur des Nordens überhaupt und im einzelnen auch schwimmende Eisberge den Gegensatz liefern.

„Aus solchen Gegenströmungen bilden sich dann — nach Falbs Ansicht — die atmosphärischen Wirbel um den Punkt des größten Auftriebes und geringsten Luftdruckes (Depressionskern), welche dann wieder ihrerseits durch aspirierende und absorbierende Kreisbewegung (gleich den Wasserstrudeln) die Depression noch mehr vertiefen. Die meisten Depressionen, welche in Nord-, West- und Mitteleuropa das Wetter beeinflussen, ziehen daher den Golfstrom entlang von Südwest nach Nordost."

Durch die Flutattraktion des Mondes und der Sonne wird nun der Luftauftrieb verstärkt und so werden die geschilderten Vorgänge zu den Zeiten der Hochfluten (kritische Tage) nach Zahl und Stärke befördert. Jedoch sind die Wirkungen der Flutkräfte im allgemeinen als sekundäre Miteinflüsse aufzufassen.

Eine atmosphärische Hochflut, wie sie an den kritischen Tagen eintritt, kann sich nach Falbs langjährigen Beobachtungen in verschiedener Form äußern; er führt solcher Äußerungen in den Einleitungen zu seinem Wetterkalender sechs an, nämlich:

1. Häufung der barometrischen Minima oder Depressionen, Wirbelstürme und vermehrte Niederschläge im allgemeinen.

2. Gewitter im Winter oder zu Tageszeiten, wo sie sonst selten sind (nachts, morgens).

3. Schneefälle im Sommer (Hochgebirge) oder in Gegenden, wo sie sehr selten auftreten.

4. Gewitter mit Schneegestöber gleichzeitig an demselben Orte.

5. Die ersten Gewitter im Frühjahr und der erste Schnee im Herbst.

6. Einbruch eines mit Wasserdampf gesättigten Südstromes in großen Höhen, der sich entweder durch plötzliches Tauwetter oder durch einen tiefblauen Himmel bei auffallend großer Durchsichtigkeit der Atmosphäre verrät, und Kampf dieses Südstroms mit einem ihm entgegentretenden Nordstrome, charakterisiert durch Cirruswölkchen oder durch Wolken, die eine große Neigung zur Bildung paralleler Streifen verraten, groben flockigen Lämmerwolken gleichen. Regenböen, Strichregen, „Aprilwetter", d. h. häufiger Wechsel von Regen und Sonnenschein, sind die Folgen.

Kritische Mondstellungen, d. h. jene Stellungen des Mondes, welche in Verbindung mit den Positionen der Sonne die stärkste Flut des Meeres erregen, fallen nun, wie Falb schon vor 30 Jahren gefunden hat, sehr häufig mit Erdbebenkatastrophen und vulkanischen Ausbrüchen zusammen, wie auch Gewitter, besonders auffällig im Winter, zu solchen Zeiten einzutreten pflegen. Die Zeit und die wechselnde Größe der Fluten werden auf den nautischen Observatorien nach einer gewissen Formel regelmäßig berechnet. Falb, der diese Berechnung seit 1888 selbständig vornahm, richtete dabei sein Augenmerk auf die wechselnde Größe der erhaltenen Resultate und fand, daß die Flutkraft zwischen den Verhältniszahlen 4·86 und 2·83 schwanke. Er teilte diesen Abstand in drei Teile und nannte die Tage, an denen der Flutwert den Betrag 4·00 überschritt, kritische Tage 1. Ordnung, die Tage mit dem Wert zwischen 3·50 und 4·00 kritische Tage 2. Ordnung und den Rest 3. Ordnung.

Vergleicht man die Zahl der Tage 1. Ordnung, denen die größten Flutwerte zukommen, in den auf 1888 folgenden Jahren miteinander, so zeigt sich, daß sie seit diesem Jahre, wo sie acht betrug, in beständigem, aber nicht ununterbrochenem Wachsen begriffen ist und im Jahre 1902 sich bereits auf 14 belief, eine Zahl, die in den letzten 14 Jahren noch nie erreicht ist. Nach der erwähnten Flutformel ist die Flutkraft des Mondes um so größer, je kleiner die Abweichungen (Deklinationen) des Mondes vom Äquator sind. Daraus erklärt sich die große Anzahl der kritischen Tage

1. Ordnung in den beiden letzten Jahren (1902 = 14, 1903 = 13); denn in diesen beiden Jahren wiesen die Monddeklinationen gegen den Äquator die niedrigsten Werte auf.

Da nun die Flutkraft sowohl den Auftrieb der Lava als auch die aufsteigenden Strömungen der Luft befördert und verstärkt, so muß (nach Falb) in diesen Jahren nicht nur eine Steigerung in den vulkanischen Ausbrüchen, sondern auch in jenen Erscheinungen der Atmosphäre eintreten, welche eine Folge des gesteigerten Luftauftriebes sind, d. h. in der Häufigkeit der Niederschläge und der Heranziehung kälterer Luftströmungen. Mit der Häufigkeit der Niederschläge braucht jedoch keineswegs eine hervorragende Höhe derselben verbunden zu sein; der mittlere Wert der Niederschlagshöhen in den zwölf Monaten von 1902 und den ersten sechs Monaten von 1903 bleibt vielmehr hinter den entsprechenden Monatsmitteln der vorhergehenden Jahre oft beträchtlich zurück und in 1902 ist der August der einzige, der die achten Monate der Vorjahre, sogar den sehr nassen August von 1897, übertrifft.

Falb ist zu der Überzeugung gelangt, daß man die Erde mit einem Aneroid vergleichen könne, bei dem die Abnahme des Druckes von außen eine Zunahme der Gasausströmungen herbeiführe. Wie empfindlich gegen die Verminderung des äußeren Luftdruckes die im Erdinnern vorhandenen Gase und Dämpfe sind, wird von den Führern in der Solfatara zu Puzzuoli den Reisenden auf das Einfachste ad oculos demonstriert. In diesem flachen erloschenen Krater verrät nur noch eine kleine, an der inneren Kraterwand befindliche Öffnung die Verbindung mit den in der Tiefe befindlichen feurigen Massen, indem nur hier noch immer, wenn auch spärlich, Dämpfe und Gase entweichen. Der Führer bringt den Reisenden in die Mitte des Kraters und fordert ihn auf, die Wände desselben genau zu beobachten. Dann zündet er auf der flachen Hand ein kleines Stück Papier an. Sofort vermehrt sich nicht nur der Dampf an der Öffnung auffallend, sondern es strömt auch plötzlich Rauch aus allen Wänden des Kraters.

Die Erklärung dieses Experiments, das Falb mit gleichem Erfolge auf der Spitze des Vesuvkegels wiederholt hat, ist sehr einfach. Das brennende Papier läßt einen aufsteigenden Luftstrom entstehen. Zum Ersatz dieser nach oben abströmenden Luft fließt die kältere, also auch schwerere Luft von allen Seiten nach diesem Punkte geringsten Luftdruckes in der Mitte des Kraters ab. Dadurch vermindert sich der äußere Luftdruck auf die Kraterwände, und die darin befindlichen, zuvor unter dem Druck der Luft zurückgehaltenen Gase und Dämpfe treten heraus.

„Wenn nun" — schreibt Falb — „eine so geringe Störung des Gleichgewichtes in der Atmosphäre, wie sie ein auf der flachen Hand abbrennendes Papierstückchen erzeugt, bereits einen solchen Effekt auf unterirdische Gase auszuüben vermag, so erklärt sich die statistisch erwiesene Tatsache, daß große vulkanische Eruptionen und Erdbebenkatastrophen auffallend häufig mit Finsternissen der Sonne und des Mondes zusammenfallen, von selbst."[1]) Aus einer Zusammenstellung der vom Jahre 1868 bis 1892 eingetretenen Katastrophen und Finsternisse hebt Falb als besonders auffallend das Jahr 1886 hervor, in welchem nur zwei Finsternisse stattfanden. Auf die Sonnenfinsternis vom 5. März folgte die große Erdbebenkatastrophe von Cosenza am 6. März und auf die Sonnenfinsternis vom 29. August, der am 27. die große Erdbebenkatastrophe von Philiatra in Griechenland vorangegangen war, antwortete die ausgebreitete Erderschütterung von Charleston in Nordamerika am 31. August und an demselben Tage der gewaltige zerstörende Ausbruch des Vulkans der Insel Nina Foou in der Südsee, der erste nach mehr als 30jähriger Ruhe. Der Krakatau im Sundameer, der im August 1883 durch eine Explosion völlig auseinandergesprengt wurde, regte sich zuerst am 20. Mai 1883 bei einer der Sonnenfinsternis vom 6. Mai analogen Mondstellung.

So weit scheint der Zusammenhang zwar nicht erwiesen, vielleicht auch nicht erweisbar, aber doch höchstwahrscheinlich. „Kritischer" wird die Sache, wenn die Katastrophe dem sie auslösensollenden Naturereignis um Tage voraneilt. „Der Mondfinsternis vom 22. April 1902 ging die furchtbare Katastrophe von Quetzaltenango, welche ganz Guatemala erschütterte, am 18. April voraus." Zur Erklärung oder als Vorbereitung auf solche Zeitunterschiede sagt Falb in der Einleitung zu seinen Wetterkalendern folgendes:

„Was die Zeit anlangt, zu welcher die atmosphärische Hochflut sich in dieser Weise zu äußern beginnt, zeigte es sich sehr bald, daß bei den theoretisch stärksten Flutwerten eine Verfrühung von zwei Tagen vor dem berechneten kritischen Tage nahezu die Regel bildet. Manchmal läuft diese verfrühte Krisis rasch ab — besonders bei starken und ausgebreiteten Schneefällen. So kann es geschehen, daß der berechnete kritische Tag selbst wieder rein und ruhig ist. Doch ist dann das schöne Wetter nur von kurzer Dauer. Bei den schwächsten Flutwerten tritt dagegen meist eine Verspätung von zwei bis drei Tagen ein." Letzteres läßt sich schon eher erklären als die Verfrühung; aber — wie bekannt — große Ereignisse werfen ihre Schatten voraus, weshalb nicht auch in der Natur?

Nach den im ersten Abschnitte dieses Kapitels angeführten Konstellationen ergeben sich für 1903 folgende kritische Tage 1. Ordnung:

22. August	= 4·57	20. Oktober	= 4·28
21. Septemb.	4·57	25. Juni	4·20
12. Februar	4·53	12. April	4·12
13. Januar	4·45	27. April	4·12
13. März	4·45	26. Mai	4·12
24. Juli	4·45	29. März	4·07

4. Dezember = 4·03.

Je mehr Tage 1., desto weniger 2. und 3. Ordnung sind vorhanden, so daß eine graphische Darstellung, die Falb von dem Zunehmen der

[1]) Einiges Licht über die Katastrophe von Martinique. Wetterkalender 1903, I. Halbjahr, S. 28 ff.

kritischen Termine 1. Ranges seit 1888 entworfen hat, auch die entschiedene Abnahme der Tage 3. Ordnung erkennen läßt. Die kritischen Tage 2. Ordnung sind folgende:

5. November	= 3·99	19. Novemb.	= 3·84
6. Oktober	3·92	7. Septemb.	3·71
27. Februar	3·88	11. Mai	3·67
28. Januar	= 3·51.		

Die den einzelnen Daten beigesetzten Ziffern sind die reinen Verhältniszahlen der Flutstärke. Sie berücksichtigen die Finsternisse nicht, weshalb die mit einer solchen ausgestatteten Tage durch Sperrdruck hervorgehoben sind, um anzudeuten, daß sie wahrscheinlich um eine Ordnung höher rücken und z. B. der 6. Oktober 1903 zu einem kritischen Tage 1. Ordnung werden dürfte.

Prüfen wir nun, ob die kritischen Tage für 1903 sich bisher bewährt haben. Arthur Stentzel, der im Falbschen Sinne wirkt, hat nachgewiesen, daß die vorjährigen großen Erdbeben und Ausbrüche, besonders der amerikanischen Schütter- und Vulkangebiete, in einer Trefferzahl von mehr als 78% mit Gefahrstellungen von Mond, Sonne (und Planeten) zusammenfielen, daß also die Einwirkung kosmischer Kräfte infolge der Anziehung der Körper unseres Sonnensystems auf das Innere der Erde bis zu einem gewissen Grade als vorhanden anzusehen sei. Den Planeten schreibt übrigens Falb keinen Einfluß zu, da ihre Flutkraft im Vergleich zu denen der Sonne und des Mondes eine ganz minimale, z. B. nahezu siebentausendmal kleiner als die der Sonne sei.[1]) Auch Stentzel betrachtet die kosmischen Kräfte nur als auslösende Faktoren, nicht als die Hauptursache der seismischen Störungen, welche vielmehr durch innere Spaltungen und Verschiebungen des Gefüges der festen Erdrinde im wesentlichen bedingt seien.

Stentzel prüft nun die Zuverlässigkeit der kritischen Tage von 1903 besonders an der Tätigkeit des Vesuv, der seit geraumer Zeit wieder erhöhte Tätigkeit zeigt. Wir verknüpfen damit die Betrachtung einiger anderer, anscheinend auch durch die kritischen Tage beeinflußter Vorgänge. Dem 13. Januar, 1. Ordnung, könnte man das am 12. einsetzende ziemlich strenge Frostwetter in Deutschland zuschreiben, nachdem bis zum 11. der größere Teil Europas von einer tiefen Barometerdepression eingenommen war. Schon um die schwache Gefahrstellung des 28. Januar (2. Ordnung) geriet der Vesuv in erhöhte Tätigkeit, denn seit dem 27. warf er feurige Basaltbomben, Asche und etwas Lava unter Erderschütterungen aus und gleichzeitig mit ihm begann sich der Stromboli nördlich von Sizilien zu regen.

Am 12. Februar, einem Kritikus 1. Ordnung, scheint nichts Erhebliches vorgekommen zu sein. Dem 27., 2. Ordnung, könnte man einen heftigen Ausbruch des Colima in Mexiko vom 24. und die Erderschütterungen vom 25. an der spanischen Ostküste in die Schuhe schieben.

Ein Termin 1. Ordnung fiel auf den 13. März. Sehr verfrüht traten daher die Erdstöße in Böhmen (Graslitz) und Sachsen vom 5. an und die schon am 7. beginnenden Ausbrüche des Vesuv ein. Glühende Steine, Asche, eine Dampfwolke von etwa 600 Meter Höhe und Lavamassen, die jedoch nur das Atrio del Cavallo erreichten, zeigten seine Erregung an, die vom 11. bis 13. März ihren Höhepunkt erreichte. Der 29., ebenfalls 1. Ordnung, könnte sich in dem am 27. stattfindenden starken Erdbeben in Dalmatien und der Herzegowina gezeigt haben.

Am 12. und 27. April, zwei Daten 1. Ordnung rührte der Vesuv sich wenig. Dagegen fanden am 3. Erdbeben bei Catania, am 4. in Porto Maurizio, am 6. in Cassino und am 8. in Sizilien statt. Vorsichtiger als Falb spricht Stentzel nicht von einzelnen kritischen Tagen, sondern von „Gefahrstellungen" und „Perioden gefährlicher Konstellationen" und läßt eine solche für letztere Fälle vom 3. bis 12. April reichen. Für den kritischen Tag vom 27. April läßt sich kein Ereignis anführen, während die mit starken Schneefällen und heftigen Stürmen verbundenen Unwetter, die Europa vom 18. bis 23. heimsuchten, genau zwischen die beiden kritischen Daten fielen. Spötter könnten bemerken, es wäre offenbar am besten, die Einflüsse der kritischen Tage je eine Woche vor- und rückwärts zu erstrecken, es könnte ihnen alsdann nichts Wichtiges mehr entgehen.

Die schweren Unwetter, welche zwischen dem 8. und 12. Mai wolkenbruchartige Regen und zahlreiche Hagelschläge brachten, sowie die zwischen dem 10. und 14. eintretende Abkühlungsperiode der „gestrengen Herren" kann man wohl kaum mit dem 11. Mai, 2. Ordnung, in Verbindung bringen; letztere wenigstens pflegen um die erwähnte Zeit selten auszubleiben. Glänzend besteht dagegen der 26. Mai, 1. Ordnung, indem am 23. große Erderschütterungen in Kampanien, am 27. in Foggia, am 29. in Tarent stattfanden und am 28. der Mont Pelé einen neuen Ausbruch hatte. Ferner brachte dieses Datum am 26. ein ziemlich starkes Erdbeben zu Konstantinopel, am 27. ein starkes Erdbeben in Ardahan und Kars, am 28. Ausbrüche isländischer Vulkane und einen untermeerischen Ausbruch bei der Pylstarri-Insel südlich von der Tongagruppe. Die Bodenschwankungen von Paolise und Airolo am 5. Juli könnte man eher schon dem folgenden kritischen Tage zuschreiben.

Sonst bleibt dieser, der 10. Juni, ohne bemerkenswerte Begleitung, was er als Tag 3. Ordnung auch wohl verdient hat. Zum viertenmal geriet der Vesuv seit dem 22. Juni in Aktion. Obwohl glühende Lava und Dampf ziemlich heftig aus drei Öffnungen ausgestoßen, wurden, drei Tage vor der Gefahrstellung des 25. Juni oder 24. Juni nach Falb, scheint das doch eine etwas mäßige Leistung für einen Termin 1. Ordnung. Doch kommt dazu noch eine starke Erderschütterung in Erlau (Ungarn) am 26. Juni sowie am 28. ein heftiges Erdbeben zu Enfali am Kaspischen Meere.

Der 9. Juli als Tag 3. Ordnung scheint sich ganz still verhalten zu haben. Für den 24., einen Termin 1. Ordnung, prophezeite Stentzel

[1]) Wetterkalender 1903, 1. Halbjahr, S. 82.

Unheil. „Heute besitzt, so begründete er, die Sonne noch eine starke nördliche Abweichung von 20° 4′, während der Mond eine solche von 15° 39′ aufweist. Auf den heutigen Tag trifft ferner der Neumond, und zwar auf die Zeit 1 Uhr 39·7 Minuten nachmittags, fast gleichzeitig das Perigäum (Erdnähe des Mondes), nämlich auf 1 Uhr nachmittags, und der Mond geht um 12 Uhr durch den Meridian. Es liegt daher die große Wahrscheinlichkeit neuer, vielleicht recht verhängnisvoller unterirdischer Störungen auf der Nordhalbkugel der Erde um den 24. Juli vor, und ganz besonders kommen hiebei die nahe dem Gefahrmeridian liegenden vulkanischen Gegenden, also Island, Italien, Österreich, der Balkan und Vorderasien in Betracht (die sind's nämlich bei uns fast immer), unter denen wiederum Italien besonders gefährdet ist."

Der Prophet behielt recht! Denn seit dem 21. Juli begann ein weitgehendes unterirdisches Rumoren. An diesem Tage ereignete sich ein Erdbeben in Syrakus und am 22. begann der schon lange unruhige Vesuv eine gesteigerte Tätigkeit, warf unter dumpfem Brausen glühende Steine und Lava aus und zerstörte das auf dem Kegel gelegene Führerhaus. Am 23. Juli wurde die Südpfalz durch zwei starke Erdstöße in Aufregung versetzt. Am 24. Juli öffneten sich auf dem Vesuv mehrere neue Krater und ein Lavastrom von 60 Meter Breite und 5 bis 10 Meter Höhe wälzte sich unter starker Tätigkeit des Hauptkraters auf Pompeji zu. In der Frühe des 27. bebte die Erde heftig in Pontremoli und leichter fast in der ganzen Po-Ebene, und am 30. brach der Vesuv von neuem heftig aus, wobei sich sein Hauptkrater, wohl infolge Lavadurchschmelzung, erweiterte und die Lava sehr nahe an Pompeji heranrückte. Am 31. Juli brachte ein Erdbeben Kirchen und andere Gebäude in Filatniera und Mulazzo zum Einsturz und am 2. August fanden heftige Erdstöße in der Provinz Granada statt.

Auch der 8. August, obwohl 3. Ordnung, ging nicht ohne Störungen vorüber; starke Erdbebenbewegungen fanden am 9. in Lissabon und Umgegend und dann ostwärts fortschreitend am 11. in Süditalien und Sizilien, am 12. in Griechenland statt. So beschämte dieser Termin fast den folgenden, den 22. August 1. Ordnung, welchen leichte Erdstöße in Oberitalien (Porto Maurizio und San Remo) am 23. und in Essex (England) sowie am 26. erneutes Öffnen des Vesuv begleiteten.

Der 7. September, 2. Ordnung, scheint sich nur durch den plötzlichen und anhaltenden Wetterumschlag mit sehr tief fallendem Barometer geäußert zu haben. Für den 21. September, nach Falb der hervorragendste kritische Tag des Jahres, eröffnete auch Stentzel böse Aussichten, deren Bestätigung jedoch völlig ausblieb. Trotzdem ist, soweit sich nach dem Angeführten übersehen läßt, der von Falb und Stentzel behauptete Einfluß der kritischen Tage nicht in Abrede zu stellen. Zu einer für praktische Zwecke brauchbaren Prognose der bevorstehenden Gefahr mit bestimmtem Bezug an Ort und Zeit wird sich jedoch auch diese Seite der Falbschen Theorie kaum je ausbauen lassen.

Die Sonne und das Wetter.

Wenn der selige Joseph Viktor von Scheffel, der bekanntlich geologischen und meteorologischen Fragen großes Interesse entgegenbrachte, die Falbsche Theorie gekannt hätte, würde er ihr wahrscheinlich — als auf das Wetter ebenso gut wie auf den Wein anwendbar — die Worte entgegengehalten haben: „Mit Hermes Trismegistos List wird keins elaborieret, die Sonne ist der Alchymist, der's flüssig destillieret." Und so gilt ja auch in weitesten Kreisen der Einfluß der Sonne auf das Wetter als der allein vorhandene und maßgebende.

Aber wenn er das ist, wie kommt es denn, daß wir nicht Jahr für Jahr zu den entsprechenden Zeiten das gleiche Wetter haben? Wie kann es denn bald warme Sommer und kalte Winter, bald warme Winter und kalte Sommer geben und nur allzu häufig — leider! — Sommer und Winter, die alle beide nichts taugen? Ja, die Sonnenflecken! erklären die Wissenden mit geheimnisvoller Miene. „Nach allen bisherigen Beobachtungen haben heftige Sonneneruptionen in Mitteleuropa hohen Luftdruck, d. h. schönes Wetter zur Folge: im Winter also starke Kälte, im Sommer große Hitze."



Sonnenflecken und Depressionen der Zugstraße V b 1874—1900.

Doch ist diese Behauptung anscheinend noch nicht so gut erwiesen, daß alle Untersuchungen über den Zusammenhang der Flecken und des Wetters überflüssig wären. Auf einen merkwürdigen meteorologischen Parallelismus zwischen Sonnenflecken und den Depressionen der Zugstraße V b verweist K. Kaßner in einer 25 Jahre umfassenden Untersuchung.[1]) Bekanntlich sind die Niederschläge im allgemeinen an die Gebiete niedrigen barometrischen Druckes, die sogenannten Depressionen oder Minima, gebunden und wandern mit diesen, während in Gebieten hohen Luftdrucks gewöhnlich trockenes Wetter herrscht. Die barometrischen Depressionen bewegen sich in gewissen Richtungen häufiger als in anderen und man bezeichnet diese bevorzugten Wege als die Zugstraßen der Minima (s. Abbild. Jahrg. I, S. 110). Um sie leicht benennen zu können, bedient man sich gewöhnlich der ihnen von Professor v. Bebber beigelegten Bezifferung I bis V a, b, c, d. Als V b Depression betrachtet Kaßner alle Minima, die von dem nördlichen Zipfel des Adriatischen Meeres nach Norden oder Nordosten zogen und dabei wenn möglich das Quellgebiet der Oder berührten. Ungefähr dieselbe Straße verfolgen auch die barometrischen Depres-

[1]) Annalen der Hydrographie 1903, Heft 3.

sionen, welche im Mai die berüchtigten kalten Tage bringen, dann aber in umgekehrter Richtung von Nord nach Süd ziehen, von Skandinavien über Schlesien gegen Ungarn.

Bei einer Untersuchung über die Häufigkeit der auf dieser Zugstraße einhergehenden Depressionen kam Kaßner zu einem überraschenden Ergebnis. In den Jahren, wo die Sonnenfleckenhäufigkeit sehr groß war, ein Maximum erreichte, war die Zahl der V b Depressionen klein, während umgekehrt einem Minimum der Flecken eine große Zahl, ein Maximum von Depressionen entsprach. Er stellt den Gang der Häufigkeit der Sonnenflecken und der Depressionen durch zwei Kurven dar, die einen ziemlich auffälligen Parallelismus zeigen, indem, um den Vergleich besser zu ermöglichen, bei der Sonnenfleckenkurve oben und unten vertauscht wurde (s. Abbildung). So schwer es einerseits zu glauben ist, daß diesem Verhalten bloßer Zufall zu Grunde liegen sollte, so schwierig dürfte anderseits eine Erklärung sei. Kaßner macht dazu folgende Betrachtung: „Bei uns in Europa wandern im allgemeinen die Depressionen von West nach Ost mit einer Neigung nach Nord. Tritt nun eine störende Ursache hinzu, so wird vermutlich die Depression aus ihrer gewöhnlichen Richtung abgelenkt (falls sie nicht eine Deformation oder eine Veränderung der Intensität — Stärke — oder der Geschwindigkeit erfährt). Auf diese Weise käme man zu der Vorstellung, daß die V b Depressionen alle durch Störung entstanden sind, eine Annahme, die vielleicht zutrifft. Ist die störende Ursache besonders groß, so wird auch eine besonders große Zahl von Depressionen eine abweichende Bahn einschlagen. Damit diese Hypothese Gültigkeit erlangen kann, muß die störende Ursache zur Zeit der Sonnenflecken-Minima größer sein als zur Zeit der Sonnenflecken-Maxima. Man könnte da weiter an stärkere Wärmestrahlung in den Minimajahren denken, an dadurch vergrößerten Auftrieb und an vermehrte aufsteigende Luftströme, aber man verliert sich da in ein noch ganz nebelhaftes Hypothesengebiet."

Ein zweites Ergebnis der Untersuchungen Kaßners, daß in Jahren mit zahlreichen Sonnenflecken in Österreich und Schlesien weniger Regen fällt als in den Jahren mit wenig Sonnenflecken, ist schon einmal von Dr. Herm. J. Klein auf Grund sehr umfangreichen Beobachtungsmaterials von sechs Jahren nachgewiesen worden, und dasselbe Überwiegen der Regenmengen zur Zeit der Sonnenflecken-Minima über die Regenmenge zur Zeit der Fleckenmaxima ergab sich auch aus Regenaufzeichnungen in Preußen.

Den Zusammenhang zwischen der Sonnenfleckenhäufigkeit und der mittleren Temperatur der Erde hat jüngst Chr. Nordmann festgestellt, und zwar auf Grund der Beobachtungsergebnisse tropischer Stationen, da nur hier die Temperaturkurven einen regelmäßigen Verlauf zeigen, während außerhalb der Tropen die Temperatur so große Unregelmäßigkeiten aufweist, daß sich irgend eine periodische Aufeinanderfolge wärmerer und kühlerer Jahresabschnitte kaum feststellen läßt. Das Ergebnis der Untersuchung war ein sehr klares. Die Abweichungen der Durchschnittstemperaturen der einzelnen Jahre vom Gesamtdurchschnitt bewegen sich bis ins einzelne genau entgegengesetzt den Sonnenfleckenzahlen, so daß den Maximis der Sonnenflecken Minima der Temperatur entsprechen und umgekehrt. Es kann also wohl als erwiesen angenommen werden, daß das Auftreten zahlreicher Sonnenflecken in den Tropen eine Verminderung der Luftwärme, in unseren Breiten eine Abnahme der Regenmengen und eine Verminderung der Zahl der Depressionen auf der Zugstraße V b, also im ganzen offenbar eine Verminderung der Luftzirkulation auf dem Erdball zur Folge hat.

Klimaschwankungen von größerer Periode, deren Abhängigkeit von der Sonne noch nicht feststeht, hat Professor Brückner aus den verschiedensten Gegenden der Erde nachgewiesen. Im Anschluß an seine vor Jahren über den Regenfall in Preußen und dem europäischen Rußland veröffentlichten Zahlen weist er jetzt an zahlreichem Beobachtungsmaterial aus Amerika nach, daß im oberen Ohio- und im mittleren Mississippital um die Mitte der Dreißigerjahre Trockenheit herrschte, dann nahm der Regenfall zu und erreichte Ende der Vierzigerjahre ein Maximum; hierauf nahm er wieder ab und sank nach längerem Schwanken anfangs der Siebzigerjahre auf ein Minimum herab; dann folgte eine Zunahme bis Anfang der Achtzigerjahre — 1877—1886 waren in den Vereinigten Staaten die Regenfälle am ausgiebigsten — und bis zum Schlusse des Jahrhunderts nahmen sie abermals bedeutend ab. Als Dauer einer vollen Schwankung ergibt sich ein Zeitraum von 34 bis 35 Jahren.

Ebenso ergaben die Beobachtungen zu Bremen und Brüssel ein Minimum des Regenfalls um 1833—1836, ein Maximum bis 1850, dem zu Köln ein solches von 1848 bis 1854 entsprach; dann ein Minimum um 1872, worauf 1882 wiederum ein Maximum folgte (Köln 1875—1884). Auch in Ostsibirien und am Amur tritt die 35jährige Periode der Klimaschwankungen hervor. Die Epochen der größten Regenhäufigkeit und Trockenheit stellen sich nicht immer ganz regelmäßig ein, sondern verfrühen oder verspäten sich etwas, was dann von der nächsten Epoche durch entgegengesetztes Verhalten wieder gutgemacht wird: es sind eben meteorologische, nicht mathematische Perioden.[1])

In einer älteren Arbeit stellt Alex. B. Mac Dowall folgende etwa 100 Jahre umfassende Periodenreihe auf, welche zeigt, daß nicht nur die Niederschläge, sondern auch die Temperaturen dem Brücknerschen Wetterzyklus folgen:

Niederschläge:		Temperatur:	
trocken	1781—1805	warm	1791 – 1805
naß	1806—1825	kalt	1806—1820
trocken	1826—1840	warm	1821—1835
naß	1841—1855	kalt	1836—1850
trocken	1856—1870	warm	1851—1870
naß	1871—1885	kalt	1871—1885.

Anscheinend haben die Perioden des Niederschlages die Tendenz, hinter denen der Temperatur etwas zurückzubleiben. Vergleicht man obige Zahlen mit

[1]) Gaea 1902, Heft XII, S. 760.

einer Berechnung der Barometerzahlen in London, wie Mac Dowall sie ausgeführt hat, so ergibt sich, daß im allgemeinen die Minima des Luftdrucks mit der Mitte der kalten und nassen Perioden und die Maxima des Luftdrucks ungefähr mit der Mitte der warmen und trockenen Perioden zusammenfallen.[1])

Wenden wir diese Tatsachen auf unsere Gegenwart an, so erhalten wir einen Überblick über den wahrscheinlichen Witterungscharakter der nächstfolgenden Jahre. Ein Zwischenraum von 35 Jahren bringt uns von dem letzten Barometerminimum im Jahre 1876 auf das Jahr 1911, um welche Zeit (vielleicht auch etwas früher) wahrscheinlich das folgende Minimum, die Mitte einer kalten und nassen Periode, eintreten wird. Gegenwärtig haben wir das Ende der warmen und trockenen Periode 1886—1900 überschritten, von deren 15 Jahren zwölf trocken und nur drei naß gewesen sind, und sind schon ein Stück in die programmäßig zu erwartende nasse und kalte Periode mit vorherrschend niedrigen Barometerständen hineingelangt. Es ist bemerkenswert, daß diese Voraussage mit den zu erwartenden Folgen des bevorstehenden Sonnenflecken-Maximums nur zu einem Teile, nämlich hinsichtlich der Verminderung der Luftwärme, übereinstimmt, nicht hinsichtlich der Abnahme der Regenfälle.

Daraus hat man den Schluß gezogen, daß die Klimaperioden Brückners nicht im Zusammenhange mit der Fleckentätigkeit der Sonne stehen, wie sie ja auch nicht ein genaues Vielfache der 11·124 Jahre betragenden Durchschnittsziffer einer Fleckenperiode bilden. Professor Hann schreibt vielmehr in seiner Arbeit „Die Schwankungen der Niederschlagsmengen in größeren Zeiträumen" (kaiserlich-königliche Akademie der Wissenschaften in Wien, 1902): „In den Niederschlagsmengen von Mailand, Padua und Klagenfurt ist selbst im Mittel von neun Sonnenfleckenzyklen eine bestimmte Abhängigkeit der Niederschlagsmengen von der Sonnenfleckenfrequenz nicht zu erkennen." Falb versucht deshalb nachzuweisen, daß diese namentlich auch im Vorrücken und Zurückgehen der Gletscher zum Ausdruck kommende Periode von 35 Jahren mit dem Mondlaufe zusammenhängt, der ebenfalls eine solche Periode zeige. Es kehren nämlich nach je 35 Jahren jene Stellungen von Sonne und Mond wieder, aus welchen die Höhe des Flutwertes errechnet wird, und zwar nicht nur in derselben Ordnung, sondern auch nahezu an denselben Tagen des Jahres. Er gibt dafür einige Beispiele (s. Wetterkalender 1903, I. Halbjahr, S. 79) und fährt dann fort: „Es kehren also alle 35 Jahre jene Mondstellungen wieder, welche die stärksten Niederschläge verursachen. Hierin liegt der Grund der Gletscherschwankungen in derselben Periode." Einen Nachweis der Übereinstimmung dieser Stellungen mit den oben angeführten 35jährigen Perioden im einzelnen versucht er freilich nicht.

Daß in der Verteilung und dem Ziehen der Maxima und Minima bestimmte Gesetzmäßigkeiten herrschen, denen wir nur noch nicht auf die Spur zu kommen vermögen, beweisen nicht nur die bekannten Temperaturrückfälle des Mai, die unter dem Namen der „Eisheiligen" bekannten bösen Tage, sondern auch ein vom Publikum weit weniger beachteter Temperaturrückschritt im Juni, der ebenso ausgesprochen ist, wenn schon er infolge der allgemeinen Erwärmung keinen Frost mehr mit sich bringt. Der belgische Meteorologe Lancaster hat diese Erscheinung untersucht und gefunden, daß nach zwanzigjährigen Beobachtungen zu Brüssel nicht weniger als 16mal die niedrigste Temperatur oder ein ausgesprochener Temperaturfall um die Mitte des Juni eingetreten ist, und daß der 11. Juni nicht weniger als fünfmal innerhalb dieser Zeit (1881—1902) die absolut tiefste Temperatur des Monats zeigt. Nach den Beobachtungen zu Köln, Trier, Kleve, Darmstadt u. s. w. ist ebenfalls die Zeit vom 10. bis 14. Juni durch Temperaturrückfälle ausgezeichnet. 18mal nun traten diese Kälterückfälle ein, während ein barometrisches Hochdruckgebiet, meist mit einem Maximum über den britischen Inseln, vorhanden war. Das Rätselhafte ist nicht sowohl der Temperaturrückgang als der Umstand, daß sich in jenen Tagen fast Jahr für Jahr seit 1881 ein barometrisches Hochdruckgebiet in der Gegend der britischen Inseln ausbildet.

Ströme und Wogen des Luftmeeres.

Die Forschungen über den allgemeinen Kreislauf des Luftmeeres haben sich in jüngster Zeit vorwiegend auf die höheren Schichten der Erdatmosphäre erstreckt, da die an der Oberfläche der Erde auftretenden Windverhältnisse im großen und ganzen bekannt sind und eine erfolgreiche Wettervorhersage, wie schon im ersten Jahrgang betont wurde, nur unter Berücksichtigung der Meteorologie der oberen Schichten möglich ist. Die Möglichkeit, letztere genauer kennen zu lernen, boten neben den Hochfahrten bemannter und nur mit Instrumenten aufgelassener Luftballons vor allem die internationalen Wolkenbeobachtungen, deren Ergebnisse Professor H. Hildebrandsson[1]) zu einem die früheren Vorstellungen sehr abändernden Bilde von der allgemeinen Zirkulation der Atmosphäre verarbeitet hat, welches der Wahrheit sicher sehr nahe kommt.

Danach ist am Wärmeäquator unten die sogenannte „äquatoriale Kalmenzone", ein Gürtel verhältnismäßiger Windstille, in der Höhe dagegen über ihr das ganze Jahr hindurch ein östlicher Luftstrom vorhanden, der in größeren Höhen eine ziemlich bedeutende Geschwindigkeit zu besitzen scheint. Auf die äquatoriale Kalmenzone folgen im Norden und Süden die Passatgebiete; über ihnen herrscht in der Höhe ein Antipassat, der auf der nördlichen Halbkugel aus Südwesten, auf der südlichen aus Nordwesten weht. Wenn der Antipassat bis zur Polargrenze des Passats, bis zum subtropischen Hochdruckgebiet, gekommen ist,

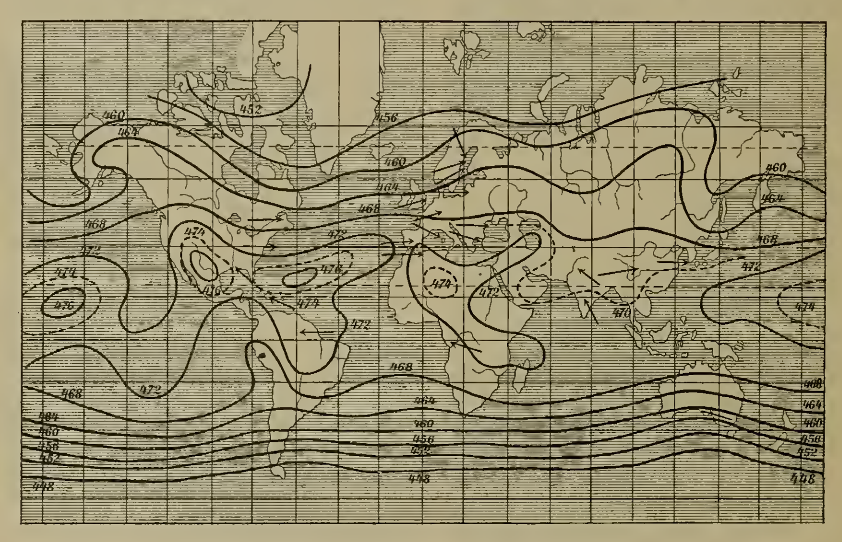
[1]) Gaea 1899, Heft XII, S. 762.

[1]) Rapport sur les Observations internationales des Nuages, I, Upsala 1903.

ist er auf der Nordhalbkugel bereits so weit nach rechts, auf der Südhalbkugel nach links abgelenkt, daß er über der Zone des hohen Barometerdruckes der Wendekreise zum Westwind wird, hier herabsinkt und den unteren Passat speist.

Von der Zone hohen Luftdruckes unter den Wendekreisen nimmt der Luftdruck polwärts im allgemeinen ab, mindestens bis jenseits der Polarkreise. Hier bildet die Luft der gemäßigten Zonen einen großen Wirbel um ein Zentrum in der Nähe der Pole, dessen Bewegung von Westen nach Osten gerichtet ist und in dem, ganz wie bei den gewöhnlichen Zyklonen, die Luft der unteren Schichten sich dem Zentrum der Zyklone nähert, während die der höheren Regionen sich von ihm entfernt, und zwar je höher, desto mehr. Die oberen Luftschichten der gemäßigten Zone breiten sich über die Regionen des hohen Luftdrucks des subtropischen Gürtels aus und sinken dort herab, so daß dieser Gürtel in der Höhe von zwei Seiten her Zuflüsse bekommt, vom Pol her die eben beschriebene auswärts gerichtete Strömung des Polarwirbels und vom Äquator her den Antipassat. Die Unregelmäßigkeiten der Luftbewegung, welche man an der Erdoberfläche besonders in der asiatischen Monsunregion antrifft, verschwinden im allgemeinen schon in den Regionen der mittleren Wolken.

Die Richtung, in der sich die oberen Luftströme in der Atmosphäre bewegen, fällt, wie Professor Hildebrandsson bemerkt, nahezu mit der durchschnittlichen Bewegungsrichtung der barometrischen Depressionen zusammen: bei uns von Westen nach Osten. Daher sei es wahrscheinlich, daß die letzteren größtenteils als Trabanten der großen atmosphärischen Höhenströmungen entstehen. Es würde zu dem Zwecke genügen, daß ein Teil irgend einer



Linien gleichen mittleren Luftdrucks in 4000 Meter Höhe (Juli 1901).

Strömung größere Geschwindigkeit als die vor ihm befindlichen Massen besitze, um den Energieüberschuß dieses Teiles in eine drehende, zyklonale Bewegung zu verwandeln.

Professor Hildebrandssons Theorie ist geeignet, auch eine Menge anderer meteorologischer Erscheinungen zu erklären, deren Deutung bisher unmöglich war, z. B. die Bewegungen der großen Wirbelstürme an den Grenzen der tropischen Zonen, der Hurrikane Westindiens, der Taifune und Mauritiusorkane. Diese zeigen bei ihrem Auftreten anfangs eine mehr oder weniger westwärts gerichtete Bewegung, biegen aber jenseits der Wendekreise in eine mehr oder weniger östliche Richtung um. Wenn die erste Veranlassung dieser Wirbelstürme in den hohen Luftschichten an der Grenze der äquatorialen Kalmen liegt, so erklärt sich die Sache einfach dahin, daß sich alsdann ein solcher Wirbelsturm zunächst mit der oberen östlichen Luftströmung gegen West bewegen, später aber mit der oberen westlichen Strömung gegen Osten ziehen muß.

Für die Gewalt dieser subtropischen Stürme sprechen die Verheerungen, welche vom 13. bis 15. Januar 1903 im Gefolge eines solchen Orkans über die Tuamotu-Gruppe, eine der östlichsten Korallengruppen der polynesischen Inselflur, hereinbrachen. Die eigentliche Orkanzeit dauert von Mitte Dezember bis Ende März, und die Gewalt mancher Stürme ist so unglaublich groß, daß Schiffe kilometerweit über Land geschleudert und selbst die Korallenriffe von der Gewalt der Orkane und des Wassers zerrissen und in gewaltigen Blöcken landeinwärts geworfen werden. Da gibt es für die Bewohner dieser niedrigen, fast alle den Seespiegel nur wenig überragenden Korallengebilde kein anderes Rettungsmittel als die Flucht auf die Bäume, meistens

Kokospalmen, auf welchen auch Weiber und Kinder vor den bis zu 10 Meter hohen Wasserbergen gesichert werden.

Einen Einblick in die verwickelten Bewegungsvorgänge, die sich im Innern der Wolken abspielen können, gewährt die Beobachtung, welche A. Sieberg in Aachen am 22. Juli 1901 an einer Kumuluswolke machte.[1])

Am Abend erschien über den Dächern der Stadt in geringer Höhe eine ausgebreitete, nur mäßig dicke Kumulusbank. Oberhalb ihrer befand sich ein einzelner Kumuluskopf von ziemlich regelmäßiger Zylinderform, mehr breit als hoch und an der dem Winde abgekehrten Seite verunstaltet, indem sich dort fahnenförmig Wolkenschleier abzulösen begannen. Die untere Zylinderfläche stand durch einen ziemlich dünnen, nach unten sich verjüngenden korkzieherartig gewundenen Stiel in Verbindung mit der Wolkenbank. Links neben diesem Wolkengebilde stand ein ähnliches, pilzförmiges, aber beträchtlich kleineres. Nach 2—3 Minuten trennte der Stiel der großen Wolke sich erst von der Kumulusschicht, dann auch bald vom Kopfe los und verwandelte sich in einen langgestreckten, fast horizontalen Wolkenstreifen, der vom Winde langsam entführt wurde. Ebenso nahm der eigentliche Kopf allmählich immer länglichere Form an, wobei sich an der dem Winde abgekehrten und an der unteren Seite lange, schleierförmige Fetzen losmachten, die gleichfalls der Windrichtung folgten. Bei dem kleineren Wolkengebilde vollzog sich der Vorgang fast ebenso, nur wurde sein oberer dicker Teil in die Kumulusschicht hineingezogen.

Auf Grund experimenteller Untersuchungen ist man zu dem Ergebnis gekommen, daß es sich bei derartigen Wolkengebilden um Wirbelringe mit horizontalen kreisförmigen Achsen handle. Hierauf fußend, gibt Sieberg folgende Erklärung für das Zustandekommen des Aachener Wirbelkumulus.

Die Gegenwart von Kumuluswolken, welche sich ja infolge aufsteigender Luftströme bilden, beweist das Vorhandensein eines starken aufsteigenden Luftstroms. Dieser durchbrach bei sonst ruhiger Luft die wenig mächtige Kumulusbank und bekleidete sich an den Seiten seines oben garbenförmigen Endes mit einem Wolkenzylinder; dabei erreichte dieser Luftstrom eine Höhe, daß der Wirbelring seitlich immer stärker aus dem Zylinder heraustrat. Läßt der Nachschub von unten her bald nach, so zieht die Luftmasse in das Innere des Wirbelringes hinein, der sich vergrößert, während der Stiel immer dünner wird, besonders nach unten hin. Hört dann endlich die Zufuhr gänzlich auf, so wird auch der Stiel in das Innere des Wirbelringes hineingezogen, wie das Beispiel des kleineren Wolkengebildes zeigt. Beginnt der Wirbelring infolge seiner eigenen Schwere allmählich zu sinken, während der Nachschub der Luftmassen von unten her noch bis zur früheren Höhe anhält, so bildet sich oben eine Ausstülpung oder Kuppe, wie sie bei dem großen Kumuluskopf sichtbar wurde. — Ein ähnlicher Wirbelkumulus wurde übrigens von dem Luftschiffer Groß gelegentlich der Fahrt des Ballons „Phönix" am 4. August 1894 vom Luftschiff aus in einer Höhe von 3500 Metern wahrgenommen.

Die Wichtigkeit der Wolkenbeobachtung, besonders der möglichst genauen Feststellung der Wolkenhöhen, hat eine große Anzahl von Methoden und Hilfsmitteln zur Messung der Wolkenhöhen ins Leben gerufen, unter denen die Messungen mittels des Phototheodoliten auf zwei Stationen und mittels des Zeißschen stereoskopischen Entfernungsmessers die besten Ergebnisse geliefert haben. Hier können wir aus Raummangel auf diese scharfsinnigen und interessanten Methoden nicht eingehen, welche kürzlich v. Konkoly jun. im 5. Band der Publikationen der königlich ungarischen Reichsanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus ausführlich beschrieben und beurteilt hat.[1])

Die höchsten Luftschichten müssen wir, da der menschliche Organismus im Ballonkorb über 10.000 Meter Höhe zu versagen droht, mit Hilfe der Registrierballons zu erkunden suchen. Diese Ballons, deren Hüllen aus sehr dehnbarem Gummi bestehen, können geschlossen emporgelassen werden, so daß beim Aufstiege keine Gasverluste eintreten, wie durch die untere Öffnung der großen Luftballons. Ihr Steigen erreicht erst ein Ende, wenn die Ausdehnung des Füllgases den Ballon zum Platzen bringt. Die mit emporgetragenen selbstregistrierenden Instrumente werden entweder durch einen Fallschirm oder mittels eines kleineren, weniger gefüllten Ballons sicher zum Erdboden zurückgebracht. Nach der Berechnung lassen sich mit solchen geschlossenen Ballons Höhen von etwa 18 Kilometern erreichen. Am 4. Juni 1903 erstiegen bei dem internationalen Ballonaufstieg mehrere der unbemannten Registrierballons beträchtliche Höhen mit sehr tiefen Temperaturen. Ein in Wien aufgelassener stellte in 9500 Meter Höhe eine Kälte von — 43·7°, ein in Berlin gestiegener in 11.500 Meter eine Temperatur von 53° fest und eine fast gleiche der Ballon aus Itteville bei 10.490 Meter. Ein in Zürich aufgelassener brachte aus 15.750 Meter die Mindesttemperatur von 66·5° zurück.

Aber auch geringere Höhen ergeben bisweilen schon überraschende Aufschlüsse über plötzliche Wetterumschläge, deren Eintritt sich aus den Verhältnissen der unteren Luftschichten nicht erklären läßt. Der ungewöhnlich harte Frühwinter des Jahres 1902 wurde erklärlich, als der infolge Drahtreißens anscheinend verunglückte, in Wirklichkeit aber außergewöhnlich erfolgreich verlaufende Drachenaufstieg vom 6. Dezember jenes Jahres die Existenz eines gewaltigen, in Montblanc-Höhe und darüber hinaus herrschenden östlichen Luftstromes nachwies, in welchem der Registrierapparat volle 24 Stunden gestanden hatte. Dann kam der den Apparat tragende Drache 9 Kilometer westlich von Spandau unversehrt zur Erde. Unterhalb dieses trockenen Luftstroms machte eine 3—4 Kilometer mächtige wärmere Luftschicht jedes Aufsteigen von Luft und damit das Auftreten von Wolken und Niederschlägen unmöglich, so daß die Erdausstrahlung Tag und Nacht ungehemmt vor sich gehen und die ungemein kalten Tage um den 6. herbeiführen konnte.

[1]) Meteorologische Zeitschrift, Januar 1902.

[1]) Auszug daraus: Gaea 1903, Heft 4.

Atmosphärische Licht- und Farbenspiele.

Intensive Dämmerungserscheinungen, wie sie nach dem Ausbruche des Krakatau 1883 jahrelang das Auge entzückten, haben sich auch im Anschluß an die vorjährigen Ausbrüche auf den Antillen eingestellt. Sie waren teilweise von violetter, teilweise aber auch von ausgesprochen gelber Färbung, und letztere Farbe läßt den Schluß zu, daß die vulkanischen Staubteilchen vielfach feinkörniger waren als bei der Krakatau-Explosion. Aus der Dauer des Purpurlichtes, wie man es in nahezu kreisförmiger Gestalt in Nizza am 27. Oktober 1902 beobachtete, folgt, daß der vulkanische Staub bis in Höhen von 50 Kilometern vorhanden war.

Ein Reihe anderer, interessanter und teilweise schwer erklärbarer Sonnenuntergangs- und Dämmerungserscheinungen beobachtete Dr. Weitlaner auf einer Reise in subtropischen und tropischen Gegenden.[1]) Die erste dieser Erscheinungen bezeichnet er als „Regenbogenfarben-Abendrot". Er sah es am schönsten, als er am 7. Januar 1901 Ismailia am Suezkanal passiert hatte und das Schiff in den großen Bittersee einfuhr. Über den Berg- und Hügelkonturen an der Stelle der untergegangenen Sonne zeigt sich zunächst dem Horizont ein ziemlich breiter Streifen, der intensiv ziegel- bis blutrot beleuchtet ist, und darüber in sanftem Übergange, jedoch sehr deutlich, die verhältnismäßig schmale Spektralzone des Orangegelb bis zum reinen Gelb. Das nun folgende Grün ist vielleicht von allen Farben am undeutlichsten, doch immerhin noch bemerkbar. Das Blau ist schmal. Bis zu dieser Zone hat man sich mit dem Blick von der Horizontlinie aus etwa 45—60° erhoben. Von hier ab hat der ganze Rest des Firmaments über das Zenit zurück typisch violetten Charakter, so daß Dr. Weitlaner zu dem Schlusse kommt: Jedes Abendrot ist nichts anderes als ein größerer oder kleinerer Teil des Sonnenspektrums, von dem häufig eine Farbe, das Rot, in der Sonnennähe solche Kraft hat, daß es die anderen Nachbarfarben übertönt. Manchmal ist auch das Violett noch gut sichtbar.

Eine andere merkwürdige Erscheinung war die fingerförmige Abendröte. Es war auf einer Fahrt von Hongkong nach Schanghai am 23. September 1901, kurz vor Ausbruch eines Taifun. Als die Sonne in den Wellen des Meeres verschwunden war, zeigten sich von der Untergangsstelle ausgehend breite, divergierende, lila bis rosarot schimmernde Lichtstreifen, welche durch ebenso breite und noch breitere grüne getrennt waren und bis zum Zenit hinaufreichten. Die beiden Farben vertieften sich zusehends in ihrer Pracht, bis nach ziemlich kurzer Zeit alles in der hereinbrechenden Dunkelheit verschwand. Diese Art der Abendröte sah Dr. Weitlaner sowohl bei völlig wolkenlosem sowie bei bewölktem Himmel, ohne die eigentliche Ursache des Phänomens ergründen zu können. Das fingerförmige Abendrot ist um so interessanter, als es, wiewohl sehr selten, auch in unseren Breiten auftritt. Anfang September 1902 zeigte es sich in sehr schöner Form über Berlin.

[1]) Meteorologische Zeitschrift 1902, S. 290 f.

Schon von jeher — schreibt Aug. Sieberg in einer Arbeit über ringförmige Gebilde um Sonne und Mond — haben abnorme Lichterscheinungen in der Luft die Aufmerksamkeit der Menschen auf sich gelenkt und die Phantasie in hohem Maße beschäftigt. Da man sich ihre Bedeutung und Entstehungsursachen nicht zu erklären vermochte, was lag da näher, als daß man ihnen eine übernatürliche Bedeutung beimaß und daß Kultus und Aberglaube sich ihrer bemächtigten? So erblickten die alten Germanen und Skandinavier im Regenbogen die farbenprächtige, für den Menschenfuß unbetretbare Brücke, welche Asgard, die Wohnung der Götter, mit der Erde verband. Dem Mittelalter erschienen die Schweife der Kometen als Zuchtruten, die Gott zur Warnung der sündigen Menschheit zum Fenster des Himmels herausstreckte und welche, gleichwie die Verfinsterungen von Sonne und Mond, kommendes Unheil ankündeten. Wer erinnert sich nicht des flammenden Kreuzes, welches dem römischen Kaiser Konstantin dem Großen vor der Schlacht an der milvischen Brücke (28. Oktober 312) erschien und dessen Anblick seine Soldaten zu solcher Tapferkeit entflammte, daß sie den Sieg über das Heer des Maxentius davontrugen? Die Sagen von versunkenen Städten, die zu schauen nur wenigen vom Schicksal besonders begünstigten Menschenkindern vergönnt war, verdanken wohl in den meisten Fällen Luftspiegelungen ihre Entstehung.[1])

Sieberg hatte das Glück, drei sehr schöne Sonnenring-Halo-Erscheinungen während der Jahre 1900 und 1902 beobachten zu können, von denen das Sonnenkreuz vom 28. Mai 1900 völlig an die unter Konstantin beobachtete Erscheinung erinnert. An diesem Tage war der Himmel mit einem gleichmäßigen und ziemlich dichten Cirrostratus-Schleier überzogen, wobei ein Hof die Sonne umgab, dessen unterer Teil sich eben über den Horizont erhob. Gegen 5·15 morgens (Ortszeit) zeigte sich rechts unten von der Sonne ein Stück eines Ringes, welches von innen nach außen schwach rotbraun und gelb gefärbt erschien, um dann in dem Luftton zu verschwimmen; von seinem Außenrande gingen hellere radiale Strahlen aus, während die Sonne selbst einen langen Lichtstreifen senkrecht nach oben entsandte. Um 5·45 hatte sich das Bild insofern geändert, als jetzt die Sonne statt des einen vier zueinander senkrecht stehende Strahlenbündel, das richtige Sonnenkreuz, aufwies, von denen das obere jedoch das längste und stärkste blieb. Allmählich verblaßten die horizontalen Streifen, während der Ringabschnitt zur linken Seite hinüberwanderte, und um 6·30 war die Erscheinung verschwunden.

Alle derartigen Erscheinungen lassen sich in zwei Gruppen zusammenfassen, in Höfe und Ringe. Unter einem Hofe versteht man einen zerstreuten Lichtsaum von nur wenigen Graden Halbmesser, der Sonne oder Mond, in selteneren Fällen auch heller leuchtende Planeten umgibt, und zwar meist in Gestalt eines bläulichweißen, deutlich rot ein-

[1]) Das Weltall 1903, Heft 23 und 24.

gefaßten Feldes mit dem betreffenden Gestirn im Mittelpunkt; an dieses Rot schließen sich die Farben des Regenbogens an, bisweilen sogar zwei- bis dreifach wiederholt. Diese Höfe entstehen infolge Beugung der Lichtstrahlen durch kleine Tröpfchen; je größer die Farbenringe, desto kleiner sind die Tröpfchen.

Grundverschieden hievon sind die Ringe, welche sich meist konzentrisch in größerer Entfernung um den Himmelskörper lagern, so daß zwischen ihnen und dem letzteren das dunkle Firmament sichtbar bleibt. Sie haben meist ganz bestimmten Halbmesser (22°, 46° und 90°) und werden manchmal von weiteren Lichtkreisen, den Nebensonnenkreisen und Berührungsbogen, in verschiedenartigster Weise gekreuzt oder berührt. Hieher gehören auch die Nebensonnen und Nebenmonde sowie die Lichtsäulen und Kreuze. Sie alle werden hervorgerufen durch Brechung und Reflexion der Lichtstrahlen in Eiskristallen, wie sie ausnahmslos nur in Cirruswolken vorkommen. Sonnenringe treten bei uns am häufigsten im späten Frühjahr, am wenigsten im Winter auf.

„Drei Sonnen sah ich am Himmel stehn, hab' lang und fest sie angesehn; und sie auch standen da so stier, als wollten sie nicht weg von mir," singt Heinrich Heine in seiner tiefsinnigen Symboldichtung „Die Nebensonnen". Es ist sehr wohl möglich, daß der Dichter aus eigener Anschauung schöpfte und eine derartige Haloerscheinung mit Augen gesehen hat, obwohl sie im allgemeinen recht spärlich auftritt. Der Kieler Astronom J. Möller beobachtete am 22. März abends zwischen 5 und $5^{3}/_{4}$ Uhr die seltene Erscheinung von Nebensonnen und einem doppelten Sonnenhof. Die schon ziemlich tief stehende Sonne war von zwei Höfen — eigentlich, nach dem Vorhergehenden, wohl zwei Ringen — umgeben, die in den Regenbogenfarben schimmerten, innen beide rot, außen violett und von denen der innere der hellere war. Dieser zeigte an zwei einander gegenüberliegenden Punkten, die in gleicher Höhe mit der Sonne über dem Horizont standen, Nebensonnen, die in der Mitte weiß, nach der Sonne zu rot, nach außen violett erschienen und nach der Sonne zu kurze weiße Lichtstreifen aussandten. In ihren Scheitelpunkten wurden beide Ringe von oben her von Kreisbogen berührt, die außen (also nach unten hin) rot, innen violett waren. Der Halbmesser des inneren Kreises betrug, entsprechend den oben angegebenen Maßen, etwa 22—23°, der des äußeren etwa 46°.

Neben diesen, durch Brechung der Lichtstrahlen hervorgerufenen Erscheinungen haben wir die durch Zurückwerfung des Lichtes entstehenden Regenbogen. Eine seltene Regenbogenerscheinung sah man am 13. August 1902 von einem die Schären von Stockholm durchfahrenden Dampfer aus in der Nähe von Nyköping. Da es ungefähr eine Stunde vor Sonnenuntergang war, so erhob sich der Hauptregenbogen, über dem sich ein Nebenregenbogen zeigte, zu bedeutender Höhe. Bei der Beobachtung des Phänomens war bald eine merkwürdige Nebenerscheinung zu sehen. Es zeigten sich nämlich von den Punkten aus, wo der Hauptregenbogen den Horizont berührte, zwei steil emporgehende Kreisabschnitte, die sich bis zur Kreuzung mit dem Nebenregenbogen erhoben und dann verschwanden. Diese wie Hörner aussehenden Bogen waren viel lichtschwächer als der Haupt- und der Nebenregenbogen; sie waren auch nur etwa 5 Minuten zu beobachten, während der Hauptbogen sich längere Zeit erhielt.

M. Albrecht, der diese Erscheinung (Das Weltall, 3. Jahrg.) beschreibt, erklärt ihr Zustandekommen durch die Totalreflexion des auf einer unter den Horizont hinabreichenden Wolke befindlichen Teiles des Regenbogens. Nur so erscheint es möglich, daß der unter dem Horizont befindliche Teil derselben, über diesen geklappt, in derselben Reihenfolge der Farben, innen blau und außen rot, erscheinen konnte; dabei mußten die umgeklappten Stücke des Bogens genau da einsetzen, wo der Hauptregenbogen den Horizont berührte. Daß diese an Schiffen und Küstenstrecken nördlicher Gegenden nicht eben seltene Erscheinung bei einem Regenbogen auftritt, gehört wohl zu den seltensten Luftspiegelungen.

Die ungewöhnliche Erscheinung von drei Regenbogen übereinander wurde am Nachmittag des 10. Mai 1903 über Münster am Ostfuße der Hochvogesen beobachtet, und zwar zwischen 4 und 5 Uhr nachmittags von der Sohle des Münstertales aus. Ein Beobachter sah auf dem etwa 100 Meter höheren Mönchberg sogar vier getrennte Bogen. Er beschreibt die Erscheinung folgendermaßen: „Um $^{3}/_{4}5$ ungefähr erschien der normale Regenbogen B in vollem Bogen, vom Narrenstein bis zum Schloßwald, kurz nachher der obere zweite Bogen A, konzentrisch mit dem ersten, die Farben in umgekehrter Reihenfolge, etwas verschwommen, heller und breiter als der Bogen B. Gleich darauf unter dem Bogen B und scheinbar konzentrisch mit ihm zwei kleinere Bogen C und D, bei welchen nur die Farben violett und blau, in derselben Reihenfolge wie beim normalen, zu bemerken waren. Die Erscheinung dauerte etwa 10 Minuten." Der Regen war vor der Erscheinung sehr großtropfig und ging später in feine Tropfen über. Der erstere Umstand ist wichtig für die physikalische Erklärung, denn die Regenbogen kamen der Zeitfolge nach, in der großtropfigen Regenwand, nachdem sich diese nach Osten von den Beobachtungsstandorten verzogen hatte, zu stande. An besonnten Wasserstrahlen hat Billet bei seinen Versuchen mehr als neun Paar Streifen übereinander erzielt, bei Strahlen von 1·5 bis 2 Millimeter Durchmesser. Von großtropfigem Regen wird demnach ebenso wie von dickeren Wasserstrahlen das sichtbare Auftreten einer größeren Anzahl von Regenbogen begünstigt. (Das Weltall, 3. Jahrg. 1903, Heft 23.)

Die luftelektrischen Vorgänge.

Seltsame atmosphärische Erscheinungen setzten am 13. November 1902 in einigen Teilen Australiens die Bewohner in Erstaunen und Schrecken. Nachdem fünf bis sechs Tage außerordentlich warmes Wetter geherrscht und die Hitze ihren Höhepunkt erreicht hatte, traten wie gewöhnlich heftige Staubstürme auf und während dieser erschienen an verschiedenen Orten plötzlich Feuerkugeln. In Boor

fielen sie auf die Straße und sprühten explodierend Funken. Die ganze Luft schien mit Feuer erfüllt zu sein. Dazwischen aber gab es Zeiten völliger Dunkelheit, so daß man bei Tage Laternen anzünden mußte und das von der Finsternis getäuschte Geflügel die Ställe zum Schlafen aufsuchte. In Longdale setzte eine Feuerkugel ein Haus in Brand, in Chiltren, einer Ortschaft Viktorias, explodierten Feuerkugeln unweit einer Mine und entzündeten Holzwerk. Auch aus vielen anderen Orten in Viktoria kamen Berichte über Dunkelheit bei Tage und über Auftreten von Feuerkugeln. In Murrumburrah schwebte während des Sturmes am 13. November längere Zeit eine große Feuerkugel über den Häusern und verschwand dann. In der Nähe von Sidney wurde ein Mann durch eine über seinem Haupte explodierende Feuerkugel gelähmt.

Es handelt sich hier um eine in solcher Reichhaltigkeit sehr selten auftretende Form der atmosphärischen Elektrizität, die sonst meistens vereinzelt erscheinenden, auch bei uns vielfach beobachteten Kugelblitze. Sie sind, obwohl schon experimentell nachgeahmt, uns ihrem Wesen nach noch durchaus fremd, und wir dürfen zu einer ausreichenden Erklärung erst zu kommen hoffen, wenn das Rätsel der Luftelektrizität überhaupt eine völlige Lösung gefunden hat. Eine solche zu geben, haben sich in letzter Zeit besonders zwei Forscher bemüht. Die Resultate ihrer Forschungen haben sie mündlich wie schriftlich dargelegt: Professor H. Geitel auf der Hamburger Naturforscherversammlung und in einer Broschüre,[1]) Hermann Ebert auf der letzten schweizerischen Naturforscherversammlung zu Genf und in deren Akten.[2]) Folgen wir hier zunächst den Ausführungen Professor Geitels!

Man weiß zwar längst, daß die Atmosphäre einen von der Erdoberfläche stets verschiedenen elektrischen Zustand aufweist, ist aber durchaus im unklaren, welche Kräfte die Elektrizitätsmengen voneinander scheiden und die Potentialdifferenz dauernd aufrecht erhalten. Das Problem wird besonders verwickelt dadurch, daß die Luft bis zu einem gewissen Grade Elektrizität leitet und daher unaufhörlich einen Ausgleich der ungleichnamigen Elektrizitätsmassen zwischen Luft und Erde erlaubt. Wenn nun diesem Ausgleich nicht ein entsprechendes Maß von trennendem Energieaufwand gegenüberstände, so müßte mit der Zeit der Unterschied des elektrischen Zustandes von Luft und Erde völlig verschwinden, was durchaus nicht anzunehmen ist. Wo ist der Sitz dieses Energieaufwands? Diese Frage ist das Grundproblem der atmosphärischen Elektrizitätsforschung.

Elektrisch geladene Körper verlieren in der Luft ihre Ladung durch „Zerstreuung", wie man sich ausdrückt. Man hegte anfangs die Meinung, daß die in der Luft stets vorhandenen Staubmassen Träger der Elektrizität seien. Dann stellte sich aber heraus, daß in durchsichtiger, staub- und wasserfreier Luft die Elektrizitätszerstreuung gerade am größten sei, und so mußte man die Staubtheorie aufgeben. Nach den Messungen von Elster und Geitel ist die Leitfähigkeit der reinen Gebirgsluft größer als diejenige der Talsohlen, und während in den Tälern der Verlust an positiver und negativer Ladung ziemlich gleich ist, schwindet auf den Bergkuppen die negative Ladung ungleich schneller (s. Jahrbuch I, S. 87). Die Erklärung dieser größeren oder geringeren Leitfähigkeit der Luft unternimmt die moderne Lehre von den Gasionen oder die Elektronentheorie.

Die Gashülle der Erde als neutrales, d. h. unelektrisches Ganzes läßt sich auffassen als zusammengesetzt aus zahllosen, unfaßbar kleinen elektrischen Teilchen, von denen zwei oder mehrere, jedenfalls aber immer gleich viele ungleichen Vorzeichens (+ und —), so aneinandergekettet sind, daß sie nach außen eine unelektrische Verbindung darstellen. Gerät ein elektrischer Körper, gleichgültig welches Vorzeichens, in einen mit derartig gekoppelten Teilchen angefüllten Raum, so wird eine Veränderung oder Bewegung nicht stattfinden, da die anziehenden und abstoßenden Kräfte einander aufheben. Anders aber, wenn irgend ein Vorgang den inneren Zusammenhang gewaltsam zerstört und die nun befreiten Teilchen als „Jonen" (d. h. Wandernde) ihre Wanderung beginnen können. Ist der fremde Körper dann negativ geladen, so werden sich die freien negativen Jonen von ihm entfernen, die positiven dagegen auf ihn losstürmen, um ihn unelektrisch zu machen, ihn zu entladen. Dabei scheinen die negativen Jonen die flinkeren zu sein, denn ein isoliert aufgestellter unelektrischer Körper weist in ionisierter Luft nach einiger Zeit negative Ladung auf. Diese wächst jedoch nicht über einen gewissen Betrag hinaus; denn es bildet sich alsbald um den negativ geladenen Körper eine Sphäre elektrischer Ausstrahlung, ein sogenanntes elektrisches Feld, welches die Einwanderung negativer Jonen vermindert und den Flug der positiven beschleunigt. Staub oder Wasserbläschen in der Luft bilden offenbar ein Hindernis für die winzigen Jonen oder, wenn sie sich festheften, einen ihren freien Flug lähmenden Ballast. So erklärt sich wohl der geringere Elektrizitätsverlust eines geladenen Körpers bei Anwesenheit von Staub oder bei dunstigem Wetter, welches die entladende Tätigkeit der Jonen lähmt.

Auf Grund dieser Gasionentheorie erklären sich nun die Erscheinungen der atmosphärischen Elektrizität folgendermaßen: Die freie Atmosphäre gibt an die Erdoberfläche mehr negative als positive Jonen ab, und dies erklärt den dauernd negativen Zustand der Erde. Damit ergibt sich auch das elektrische Feld der Erdoberfläche, welches in den geschützten Tälern nachgewiesenermaßen eine geringere Stärke hat als über den Höhen. Hier lockt es die positiven Gasionen herbei, so daß die Bergspitzen förmlich in sie eingehüllt sind. Ein hier aufgestellter negativer Körper wird also, wie die Beobachtung nachgewiesen, seine Ladung natürlich besonders schnell verlieren. Es wandern also, kurz gesagt, die negativen Gasionen in den Ebenen und Tälern zur Erdoberfläche und werden, da sie sich nach allen Seiten ausbreiten, auf den Bergspitzen durch den Ansturm der positiven Jonen wieder

[1]) Verlag Vieweg & Sohn, Braunschweig.
[2]) Actes de la Soc. helvet. des Sciences nat. 85. session. Genf 1902.

neutralisiert: die an den tiefgelegenen Orten getrennten Jonen finden sich auf den Höhen wieder. Messungen im Ballon haben bis zu großen Höhen eine positive, insgesamt der negativen Erdladung etwa komplementäre Ladung ergeben, so daß also die Gesamtladung der Erde als Planet, d. h. des Erdballs mit seiner Atmosphäre, nach außen neutral und ohne Wirkung sein dürfte.

Die Frage nach der Ursache der Luftionisation, d. h. nach der Kraft, welche die unelektrischen Verbindungen der Jonen auseinanderreißt, ist noch nicht ausreichend beantwortet. Es gibt viele Mittel, die Luft zu ionisieren, d. h. künstlich leitend zu machen, z. B. die ultravioletten Strahlen der Sonne, die Röntgenstrahlen, die Uranstrahlen und andere. Die allgemeinste Wirkung scheint die in den Sonnenstrahlen enthaltene ultraviolette Strahlung entwickeln zu können.

Wir wollen diese Anschauungen durch die Darstellung einiger besonderer Punkte in dem H. Elbertschen Vortrage ergänzen, wobei zu beachten ist, daß hier die Jonen als Elektronen bezeichnet werden. Die in der Luft befindlichen Elektronen spielen unzweifelhaft eine wichtige Rolle bei allen atmosphärischen Kondensationsprozessen (Vorgänge der Verdichtung des in der Luft befindlichen Wasserdunstes zu Wolken und Niederschlägen, Schnee, Regen, Hagel). Der Gehalt einer Luftschicht, in der soeben Kondensation eintritt, an freien Elektronen muß daher für die Wolkenbildung in derselben von großer Bedeutung sein. Es sind in der Luft dreierlei Arten von Verdichtungskernen vorauszusetzen: erstens Staubpartikeln, auf denen der Wasserdampf sich schon bei der geringsten Übersättigung niederschlägt; sie liefern mit diesem zu Boden fallend elektrisch neutrale, unelektrische Niederschläge. Sodann werden bei weiterer Kondensation zuerst die negativen Elektronen als Kerne dienen, so daß die nun herabkommenden Niederschläge negative Ladungen mitbringen werden. Erst wenn die Übersättigung sehr weit gegangen ist, werden auch + Ladungen aus der Höhe mit herabgebracht. So erklären sich die wechselnden Vorzeichen in den Ladungen, welche die Niederschläge bei einem Regenschauer oder einem Gewitter aufweisen.

Nicht so allgemein verständlich sind die Berechnungen, welche nachweisen, daß sich mittels der Elektronentheorie auch die gewaltige Masse der Gewitterelektrizität erklären läßt. Hier nur das Resultat. Durch den Kondensationsprozeß wird gewöhnlich nur ein Bruchteil der vorhandenen Elektronen ausgefällt werden. Denken wir uns bei der Verdichtung zunächst nur die negativen Elektronen beteiligt, so sinken diese, durch die Wasserhüllen beschwert, im Regen nieder, und es bleibt dann den Messungen zufolge etwa die gleiche Menge positiver Elektronen pro Kubikmeter in der Wolke zurück. Nehmen wir eine dichte Kumuluswolke an, in der man nur 18 Meter weit sehen könnte, und zwar von der Größe, daß ihr Halbmesser 1 Kilometer beträgt, so wird sie bei kugelförmiger Gestalt und 3 Kilometer Mittelpunktsabstand von der Erdoberfläche an letzterer durch ihre Eigenladung ein Potentialgefälle[1]) von etwa 11.000 Volt pro Meter Erhebung hervorrufen. Das sind Werte, wie sie bei Gewittern an der Erdoberfläche tatsächlich beobachtet werden. Bedenken wir, daß bei diesem Gefälle ein 500 Meter über dem Erdboden befindlicher Punkt der Luft gegen die Erde bereits einen Spannungsunterschied von $5^1/_2$ Millionen Volt aufweisen würde, so stehen wir damit vor Spannungen, wie wir sie bei dem gewaltigsten



L. v. Szalays Blitzaufnahme.

elektrischen Prozesse, dem Gewitter, sich ausgleichen sehen im Blitze. Bereits 1887 berechnete Lin ß, wie ungeheure elektrische Kräfte wachgerufen werden, wenn die von ihm in einer Wolke vorausgesetzten Ladungen durch größere Strecken hindurch räumlich getrennt würden, und daß sich uns hier Energiequellen auftun, ausreichend, um die heftigsten Gewittererscheinungen zu erklären. Die Elektronentheorie gibt uns, wie gezeigt, eine überraschend einfache Erklärung dafür, wie die räumliche Trennung der ursprünglich in der Wolke vereinigten Ladungen zu stande kommt. Mit ihrer Hilfe wird auch eine ausreichende Erklärung der eingangs erwähnten Kugelblitzerscheinung möglich werden.

---

[1]) Man kann, da eine Erklärung des schwierigen Begriffs „Potential" hier nicht möglich, sich unter Potentialgefälle die Zunahme der elektrischen Spannung zwischen den benachbarten Luftschichten vorstellen, was sich mit dem Ausdruck freilich nicht deckt.

Unter den merkwürdigen Blitzaufnahmen, die in jüngster Zeit gelungen sind, ist besonders erwähnenswert eine von dem Meteorologen L. v. Szalay zu Budapest am 17. August 1902 erlangte, die er zum Gegenstand einer umfassenden interessanten Studie gemacht hat.[1]) Da der Ort des Blitzeinschlages, ein kleiner Teich, genau bekannt war, so ließ sich die Entfernung des Strahles von dem Photographenapparat, 475—485 Meter, und damit nach den Maßen des Bildes auch seine Länge und Breite genau feststellen. Der Blitz bildet auf der Platte ein breites Band von merkwürdigem, vogelfederartigem Aussehen; das Rückgrat oder der Kiel trennt dies Band in zwei Teile, die einen Winkel von 75° miteinander bilden. Ohne Berücksichtigung dieses Winkels, als breites Band genommen, wäre der Blitz 12·5 Meter breit gewesen, in Wirklichkeit war er also noch breiter. Er entsprang hinter einer Wolke mit zerfetzten Kanten und erscheint deshalb an seinem oberen Ende gegabelt; sein unterer, auf der Platte sichtbarer Teil ist 182 Meter lang. Auf dieser kurzen Bahnstrecke macht er eine dreifache, an der perspektivischen Veränderung des Bildes erkennbare Wendung, wahrscheinlich weil er seine Bahn noch nicht richtig gefunden hatte. v. Szalay hält nicht die ganze Breite des Bildes für den Ausdruck des Blitzfunkens, sondern ist der Ansicht, daß diese Breite durch den mitphotographierten Luftkanal des Blitzes bedingt sei, in welchem wir den Funken mehrmals von der einen Seite zur anderen pendeln sehen. Um ihn herum haben sich die erglühten Luftteilchen auf der Platte abgebildet.

Eine merkwürdige Wirkung der dritten Art elektrischer Entladung, der Flächenblitze, hat v. Tubeuf kürzlich festgestellt. Schon seit längerer Zeit war man darauf aufmerksam geworden, daß in den Starnberger Waldungen bei München die Gipfel vieler Fichten unter Gelbwerden und Abfallen der Nadeln abstarben. Man führte diese Erscheinung anfangs auf die Tätigkeit von Borkenkäfern zurück. Jetzt aber hat sich herausgestellt, daß der Schaden gar nicht von diesen Baumschädlingen herrührt, sondern durch ausgedehnte Wintergewitter mit zahllosen Flächenblitzen verursacht wird. Ein solches Gewitter, das im Winter 1901/02 bei München stattfand, hatte das Absterben zahlreicher Fichtenwipfel in den dortigen königlichen Waldungen zur Folge. Während die Erkrankung in geschlossenen Waldungen mehr auf die oberen Teile der Bäume beschränkt bleibt, wird bei einzelnstehenden Bäumen allmählich der ganze Stamm davon ergriffen. Ob die Erscheinung auch bei Laubbäumen oder bei anderen Nadelhölzern als der Fichte auftritt, ist noch nicht festgestellt.[2])

Der Luftozean.

Die Höhe der Atmosphäre genau anzugeben, dürfte außer dem Bereich der Möglichkeit liegen. Wo hört das Luftmeer auf und beginnt das Weltall? Theoretisch muß die äußerste Grenze der Atmosphäre dort liegen, wo Fliehkraft und Schwerkraft einander das Gleichgewicht halten, was am Äquator nach den Berechnungen von Laplace in 35.677 Kilometer Höhe der Fall wäre. Meistens nimmt man jedoch nur 300 bis 350 Kilometer als Höhe der Atmosphäre an, indem man die Höhe der Dämmerung und das Glühendwerden der Meteoriten beim Eintritt in den irdischen Dunstkreis berücksichtigt. Liais beobachtete in den Tropen, daß die obersten Luftschichten schon Sonnenlicht reflektieren, wenn die Sonne noch 18° unter dem Horizont steht; daraus ergäbe sich eine Höhe der Atmosphäre von 320 Kilometern.

Die Gesamtmasse der Atmosphäre ist jüngst von Nils Ekholm auf Grund der Verteilung des Luftdrucks auf der Erdoberfläche berechnet worden. Nimmt man die mittlere Höhe der Kontinente gleich 750 Meter an, so ergibt sich als Gewicht der Atmosphäre $516 \cdot 10^{13}$ Tonnen, was $^1/_{1180000}$ der Erdmasse entspricht. Also äußerst dünn und dürftig ist das Kleid, welches den Erdleib umgibt, mehr einem leichten Schleier als einem soliden wärmenden Mantel zu vergleichen. Durchwebte nicht die Sonne diesen Schleier meistens mit zahlreichen mehr oder minder undurchsichtigen Wolkenmustern, so würde uns die Mangelhaftigkeit des Erdkleides noch weit fühlbarer zu Bewußtsein kommen.

Woraus setzt sich nun diese Atmosphäre zusammen? Außer den längst bekannten Bestandteilen, etwa 21 Teilen Sauerstoff und 78 Teilen Stickstoff nebst kleinen Mengen von Kohlensäure und Wasserstoff, enthält sie 4 oder 5 einatomige Gase, das Argon, das Neon, das Helium, das Krypton und das Xenon, von denen das erstgenannte fast 1% der Atmosphäre bildet, während die übrigen in so minimalen Spuren auftreten, daß ihr langes Verborgenbleiben weniger wunderbar erscheint als ihre seit einem Jahrzehnt allmählich erfolgte Entdeckung (s. Jahrb. I, S. 121 ff.). Über die prozentische Verteilung der einzelnen Gase in verschiedenen Höhen der Atmosphäre sind nun jüngst von dem Wiener Meteorologen J. Hann Rechnungen ausgeführt worden, deren Ergebnisse ein sehr interessantes Bild von der Zusammensetzung der Luft in verschiedenen Höhen liefern.[1])

Danach nimmt der Sauerstoff der Luft, in Volumprozenten ausgedrückt, von 20·99% auf der Erdoberfläche allmählich ab; in 10 Kilometer Höhe beträgt er nur noch 18·10% der dortigen Luftmasse, was die Atemnot unserer Luftschiffer in jenen Höhen sehr erklärlich macht, und in 100 Kilometer Höhe — bei einer Temperatur von — 80° — soll er gänzlich verschwunden sein. Der Stickstoff gewinnt zunächst ein gewisses Übergewicht, indem er von 78·03% in Erdnähe auf 84·34 in Höhe von 20 Kilometern wächst. Dann verschwindet er ebenfalls allmählich und beträgt in 100 Kilometer Höhe nur noch 0·099%. Das verhältnismäßig schwere Argon, die Kohlensäure und das Neon sowie das Krypton verschwinden in den höchsten Schichten ebenfalls vollständig; letzteres ist schon in 10 Kilometer Höhe, Neon und Kohlensäure in 50 Kilometer und die übrigen

[1]) Meteorologische Zeitschrift 1903, Heft 8.

[2]) Blätter für Pflanzenbau und Pflanzenschutz, I. Jahrgang 1903, Heft 1.

[1]) Meteorologische Zeitschrift 1903, S. 122 ff.

bei 100 Kilometer nicht mehr vorhanden. Dagegen nimmt der Wasserstoff immer mehr zu, von 0·01 in Erdnähe auf 99·448% in 100 Kilometer Höhe, und neben ihm behaupten sich nur noch das Helium und der Stickstoff, die in dieser Höhe den Rest der Atmosphäre ausmachen. In 100 Kilometer Höhe besteht die Luft demnach fast nur noch aus ihren leichtesten Bestandteilen, Wasserstoff und Helium, und ihr spezifisches Gewicht gleicht dem des Wasserstoffes (s. Tabelle II im Anhang).

Zu diesen Ergebnissen stimmen auch die spektroskopischen Befunde der atmosphärischen Lichterscheinungen in den entsprechenden Höhen. Das Spektrum eines Meteors, welches durchschnittlich in 150—200 Kilometer Höhe aufleuchtet, gab nach Pickering die Linien des Wasserstoffes und des Heliums, während das Blitzspektrum nach ihm hauptsächlich aus den Linien des Argons, Kryptons und Xenons besteht. Ramsay stellte fest, daß die grüne Farbe der Nordlichtstrahlen durch die Anwesenheit des Kryptons in der Atmosphäre der Polarregionen zu erklären sei. Es gelang ihm sogar durch passende Veranstaltungen, mit Krypton allein ein Nordlicht im kleinen nachzuahmen. Die Ursache, warum Krypton sich gegen die Pole hin ansammelt, glaubt Hann darin zu finden, daß Krypton als schwerstes Gas (nach dem seltenen Xenon) auf die untersten Schichten der Atmosphäre beschränkt bleibt. Da nämlich die Nordlichter, wie bekannt, nur in der Nähe der Pole in die untersten Schichten der Atmosphäre herabsteigen und dort selbst in Höhen von wenigen Kilometern, ja sogar nahe der Erdoberfläche auftreten, während sie in niedrigen Breiten nur in großen Höhen (60 Kilometer und darüber) erscheinen, wo das Krypton kaum mehr in der Atmosphäre anzutreffen ist, so erklärt sich das Vorherrschen der grünen Farbe des Nordlichts in der Umgebung der Pole vollständig.

Woher nun die leichtesten Gase in der Erdatmosphäre stammen, läßt sich gegenwärtig auch vermuten. Die bei der letzten Sonnenfinsternis auf Sumatra vorgenommenen Untersuchungen des Sonnenspektrums zeigten, daß die Chromosphäre der Sonne die Gase Helium, Neon und Argon enthält; beim Xenon wird die Sache zweifelhaft und hinsichtlich des Kryptons fielen die beweisenden Linien außerhalb des Spektrums. Dieses Ergebnis scheint die Ansicht des Arrhenius zu unterstützen, daß das Vorkommen dieser leichten Gase in der Erdatmosphäre der Ausstrahlung ionisierter Teilchen von der Sonne her zuzuschreiben sei.

So stehen wir offenbar erst am Anfang der Erkundung all der Zauberfäden, mit denen dies gewaltige Muttergestirn uns wie alle ihre übrigen Kinder noch an sich fesselt und bindet. Wie es in Gegenwart und Vergangenheit auf der festen Erdrinde selber schaltet und gewaltet hat, wird uns das folgende Kapitel zeigen.

Die Erdrinde in Gegenwart und Vergangenheit.

(Geophysik und Geologie.)

Die Wasser der Tiefe. * Heiße Quellen, Geiser und Vulkane. * Wasserkissen und Wärmespeicher. * Die Erdbeben und die Aufsturztheorie. * Eiszeiten und Erdschwankungen. * Das Mienenspiel des Erdantlitzes.

Die Wasser der Tiefe.

In populärwissenschaftlichen Schriften finden wir vielfach die Ansicht ausgesprochen, daß einmal die zunehmende Kälte, ein so großer Ansporn der Entwicklung alles Irdischen sie gegenwärtig auch noch sei, allen weiteren Fortschritten hienieden einen Riegel vorschieben und das organische Leben auf dem Erdballe erlöschen lassen werde. Ein Blick auf die Oberfläche des Mondes zeigt uns jedoch, daß diese Gefahr vielleicht nicht die nächstliegende ist, daß uns vielmehr das Verschwinden des Wassers vom Erdboden zuvor in größere Bedrängnis versetzen könnte. Auf den ersten Blick erscheinen freilich die Wasservorräte der Oberfläche unseres Planeten so unerschöpflich, die Wasserreservoire der Ozeane, die mehr als zwei Drittel der Erdoberfläche bedecken, so unermeßlich weit und tief, daß Jahrmillionen sie nicht erschöpfen könnten. Aber wo blieb das Wasser des Mondes? Sprechen nicht die weiten Flächen, die man auf ihm als „Meere" bezeichnet, sprechen nicht gewisse von Rillen und Rissen durchzogene „Landschaften" unseres Nachbars dafür, daß auch auf ihm einst Gewässer wogten und flossen? Sie haben sich in das Innere der Mondkugel zurückgezogen, aus dem sie wieder ans Licht zu ziehen damals offenbar noch keine mit menschenähnlichem Verstande begabte Wesen vorhanden waren.

Auch bei uns hat das Erdinnere schon so gewaltige Wassermassen geschluckt, daß man von einem Tiefenwasserozean sprechen kann, während anderseits gewisse Anzeichen auf eine allmähliche Abnahme des Oberflächenwassers schließen lassen. E. A. Martel, der in Frankreich seit 1894 wiederholt auf die seiner Ansicht nach langsam, aber ständig und unerbittlich fortschreitende Austrocknung der Erdrinde und das Verschwinden der Quellen hingewiesen hat, berichtet über im Departement Aisne versiegende Gewässer. „Die Quellen von Fonsomme sind seit zehn Jahren versiegt; die Quellen von Morcourt scheinen ebenfalls von baldigem Versiegen bedroht. Die von La Cologne, im XV. Jahrhundert sehr ergiebig, finden sich heute nur weiter stromab. La Clastre ist fast ganz ausgetrocknet, La Germain ebenfalls seit langem. Der Bach von l'Homblière hat keine Quellen mehr und viele andere Quellen sind versiegt." Eine geschichtliche Untersuchung des Wasserwesens würde eine Menge ähnlicher Beispiele ergeben. Als haupt-

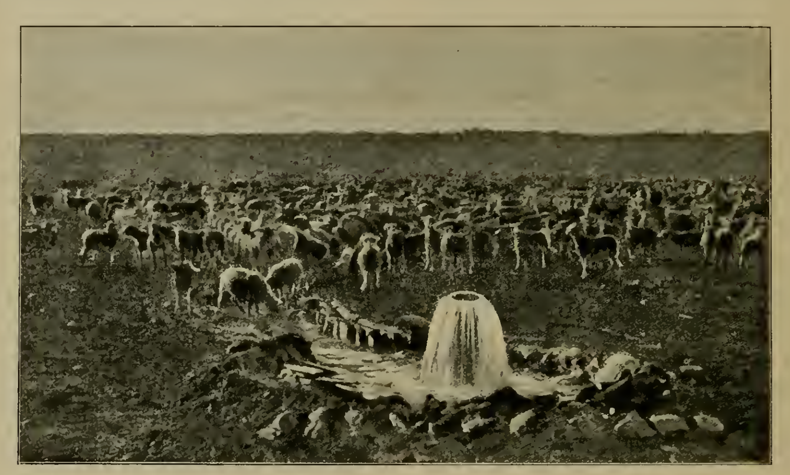
sächlichste Ursache dieser „Quellenflucht" betrachtet die Geologie die Abnützung und Abnahme der unterirdischen Grundlage, die größer und größer werdende Zerspaltung. Schwere, mechanische Ausnagung und chemische Einwirkungen eröffneten dem Wasser immer breitere Wege ins Innere der Erde. „Man kann voraussagen, daß unser Planet vor Erlöschen der Sonne ausgetrocknet sein wird; man muß Mittel finden, diese schlimme Entwicklung hintanzuhalten."

Wenn Martel hier Austrocknung unseres Planeten befürchtet, so ist zum mindesten der Ausdruck schlecht gewählt. Wir können höchstens von einem Austrocknen der Erdrinde, der Oberfläche des Erdballs und von einem Versiegen der Oberflächenwasser sprechen, während die Tiefen um so reicher an dem flüssigen Element werden müssen. Und dieses Tiefenwasser kann der irdischen Entwicklung nicht so wie auf dem Monde verloren gehen, da wir schon jetzt ausreichende Mittel besitzen, es der Oberfläche zurückzugewinnen, und in Zukunft zu dem Zwecke wahrscheinlich noch über ganz andere Einrichtungen verfügen werden.

Nach „Gaea" [1]) ist es vielmehr verwunderlich, daß das Wasser der Oberfläche nicht schon längst vom Erdinnern aufgesogen ist. Auf der Erde sind etwa vier Millionen Kubikmeilen Wasser vorhanden; was das sagen will, erkennt man angesichts der Tatsache, daß im Raum einer einzigen Kubikmeile die gesamte Menschheit samt all ihrem Kulturerwerb, allen Städten, die heute sind und jemals vorhanden waren, Platz fände. Aber was bedeuten jene vier Millionen Kubikmeilen Wasser neben dem Raumgehalte der ganzen Erde, der das 662fache davon beträgt! Sollte da nicht der Ozean im Verlauf von Millionen Jahren verschwunden sein wie ein sommerlicher Regenguß, der die trockenen Fluren tränkt? J. Dlabac hat darauf hingewiesen, daß es kein Gestein gebe, das unter, allen Umständen für Wasser undurchdringlich sei und in der unermeßlich langen Zeit, seit der Ozean besteht, würde auch die geringste Durchlässigkeit des Meerbodens genügt haben, um die Wassermassen an der Oberfläche zum Verschwinden zu bringen. Da dies nicht geschehen ist, müssen besondere Umstände, vor allem eine gewisse Sättigung des Untergrundes mit Wasser, es verhindert haben. Es unterliegt keinem Zweifel, daß das Wasser unter dem Boden der Ozeane tief in die Erde eingedrungen ist und sich auch seitlich ausgebreitet hat; möglicherweise übertrifft die im Erdinnern vorhandene Wassermenge diejenige an der Oberfläche beträchtlich.

Von den Tiefenwassern, die überall vorhanden sind, machte der Mensch bisher nur sehr wenig Gebrauch. Was er an Flüssigkeit dem Erdboden entnimmt, gehört meist dem Gebiet der sogenannten Tagewasser oder des Grundwassers an und dieses ist es, welches die gewöhnlichen Senkbrunnen speist. Es hängt unmittelbar von den oberflächlich verlaufenden Flußwassern ab, steigt und fällt mit diesen. Während in manchen Gegenden, z. B. am Rhein, das mächtige Kiesbett des Flusses als ungeheures natürliches Filter wirkt und ein Grundwasser von vorzüglicher Beschaffenheit liefert, sind die Erfahrungen an anderen Orten, z. B. an den Elbeufern, so wenig ermutigend gewesen, daß nichts weiter übrig blieb, als unter das Grundwasser hinabzugehen und die Brunnen der Tiefe anzubohren, jene unerschöpflichen Wasserreservoire, die sich allmählich von oben her gefüllt haben und noch heute aus der Tiefe der Erde her, wie Süß glaubt, durch neu entstehende Wasser füllen.

Für den ältesten dieser als artesische allgemein bekannten Tiefbrunnen gilt der des alten Kartäuserklosters in Lillers, dessen Eichenholzrohr fast 800 Jahre alt ist. Solange die Technik des Verfahrens sich noch in den Kinderschuhen befand,



Cambridge Downs Dore, artesischer Brunnen in Queensland.

[1]) Die Wasser der Tiefe und ihre Bedeutung. Gaea 1903, Heft 7.

waren die zu überwindenden Schwierigkeiten nicht gering. Sehr belehrend dafür ist die Geschichte der Bohrung des artesischen Brunnens am Schlachthause zu Grenelle (Paris). Die Arbeiten begannen am 30. Dezember 1833, aber erst am 26. Februar 1841 sprang aus 548 Meter Tiefe das erste Wasser empor. Dann aber waren noch ungeheuere Schwierigkeiten zu überwinden, um das Bohrloch vollständig zu sichern, so daß erst am 30. November 1842, also nach fast neunjähriger Arbeit, der Brunnen völlig gebrauchsfertig war. Er lieferte täglich über 3 Millionen Liter Wasser und wurde damals als Triumph der Technik bezeichnet. Seitdem beweisen in allen Weltteilen zahlreich angelegte Brunnen den unerschöpflichen Reichtum der Erdtiefe an Wasser. Selbst Australiens Einöden haben neuerdings ungeheuere Mengen Wasser geliefert und man spricht auch dort, wie vor 100 Jahren schon im damaligen Herzogtum Modena (Oberitalien), von unterirdischen Seen als nie zu erschöpfenden Brunnen dieses notwendigsten Lebenselements. 1898 zählte man in Queensland bereits 644 artesische Brunnen, die es ermöglichten, Weideländereien im Umfang von 1,200.000 Quadratkilometern zu eröffnen und reichtragende Orange-, Ananas- und Ölbaumgärten zu bewässern. Man mußte teilweise bis zu großen Tiefen hinabgehen und durchschnitt dabei mehrfach verschiedene in großen Abständen übereinander fließende Wasseradern. Bei Charleville westlich von Brisbane fand man bereits in einer Tiefe von 53 bis 58 Metern in einer Kiesschicht gutes, frisches Wasser und dann wieder in 399 Meter Tiefe. Da das Wasser noch nicht Druck genug hatte, bohrte man noch 20 Meter tiefer und erreichte einen großartigen Erfolg: der springquellartig emporsprudelnde Brunnen liefert täglich $12^1/_2$ Millionen Liter Wasser, welches klar, farblos und sehr weich ist und eine Temperatur von 65° C. besitzt. In anderen Fällen ging man noch weit tiefer hinab, ohne auf Wasser zu stoßen. So gab man zu Anfang 1899 in Bimerah (Queensland) ein Bohrloch auf, weil bis 1220 Meter noch kein Wasser gefunden war, beschloß dann aber, nachdem man in Warbreccon in ungefähr gleicher Tiefe auf Wasser gestoßen war, bis 1500 Meter Tiefe zu bohren, so daß Bimerah nach der Fertigstellung den tiefsten und kostspieligsten artesischen Brunnen der Erde besitzen wird.

Nicht in allen Bohrlöchern tritt das Wasser von selbst zu Tage, bisweilen muß es erst heraufgepumpt werden. Woher die Kraft des Auftriebs der artesischen Wasser kommt, erkannte schon 1691 der Italiener Ramazzini richtig: es ist der hydrostatische Druck der überlagernden Wassersäule. Überall, wo zwischen undurchlässigen Schichten Wasser in den Boden sinkt und diese Schichten in der Tiefe muldenförmig gebogen sind, steht es unter hohem Druck und steigt, wenn eine solche Wassermulde angebohrt wird, empor. Es läßt sich also an der Hand der geologischen Forschung über den Schichtenverlauf viel tun, um unterirdische Wasserschätze zu erspähen; aber auch an Punkten, wo man nach dem Schichtenverlauf an der Oberfläche nicht darauf rechnen durfte, haben Bohrungen Erfolg gehabt und die Allgegenwart des Wassers in der Tiefe bewiesen. Je tiefer und verborgener, desto reichlicher springen oft die unterirdischen Quellen.

Das im Innern der Erdrinde zirkulierende Wasser hat mit den nur der Schwere folgenden Tagesgerinnen nichts gemein, und es ist geradezu unmöglich, daß selbst in dem leichtest durchgängigen Gestein, im groben Sand, die atmosphärischen Niederschläge überhaupt in irgend beträchtliche Tiefe vordringen. Nicht das Gebirge, wie man vielfach annimmt, sondern vielmehr die Ebene mit ihren ein so großes Areal bedeckenden Sand- und Geröllmassen und demnächst die Sandsteine aus älterer und jüngerer geologischer Zeit sind die umfassendsten Wasserbehälter. Darum ist ganz im Gegensatz zu dem ersten Eindruck, den die offenen Wasserläufe stets erwecken, das Gebirge stets wasserärmer als das weite Schuttland; jedenfalls ist das gesuchte Element weit wechselvoller und ungleichmäßiger in den Felsanbrüchen des Oberlandes als im Schoße seiner diluvialen und tertiären Vorstufen zu gewinnen. Wien z. B. am Rande der Alpenkette hat zwar, stolz auf seine Hochquellenleitung, es immer verschmäht, den Untergrund zu berühren; aber die Industrie, welche ihre Wasser anders bewertet als der einfache Bürger, fand dabei nicht ihre Rechnung. Der 1838—1841 unternommene Versuch, auf dem Getreidemarkt durch Tegel und Alpenkalk 173 Meter abzusenken, zeigte den Weg, der bald ausgiebig beschritten wurde. In der Hernalser Brauerei stellten sich Wasseradern ein von 114 bis fast 200 Metern; der „eiserne Brunnen" des Ottakringer Brauhauses mißt gar 298 Meter. In Felixdorf bei Wiener-Neustadt genügten 90 Meter zum gleichen Zwecke. Im gelobten Lande der Wasserbohrung, dem benachbarten Ungarn, stieß man auf Wasser in den verschiedensten Tiefen. Am bekanntesten ist der 970 Meter tief geführte Bohrbrunnen im Stadtwäldchen von Budapest, der 1197 Kubikmeter täglich von 74° C. Wärme spendet. Das Bohrloch von Rank Herlány springt intermittierend, in Zwischenpausen, und ist 404 Meter tief. In Neusatz erbohrte man den unterirdischen Strom in 193, in der Festung Temesvar in 450, in Debreczin in 837 Meter Tiefe.

Ist nun eine Gefahr vorhanden, daß sich die Wasser der Tiefe bei dauernder Benützung und stärkerer Beanspruchung als gegenwärtig allmählich erschöpfen können? Gewiß wird, ja muß in vielen Fällen der erste Impuls gemach nachlassen, bis auf weite Entfernung das durch die Anzapfung gestörte Gleichgewicht entsprechend wiederhergestellt ist; es ist auch ein Versagen nicht ausgeschlossen, obwohl letzteres gewöhnlich auf einen technischen Fehler hinausläuft, sei es ein Versanden oder Verschlammen der Einströmungsschale oder ein direktes Verfehlen der richtigen Schicht. An ein wirkliches Erschöpfen von Wasserströmen so ungemessener Ausdehnung der Breite und auch besonders der Tiefe nach, wie sie nicht einmal die Nordsee erreicht, kann so wenig gedacht werden wie an ein Leerpumpen dieser letzteren. Denn wie sich das Becken derselben vom offenen Ozean her immer wieder füllen müßte, so erneut sich auch das Wasser der Tiefe, nicht von oben durch Tau und Regen, die durch Hunderte von Metern messende Tonbänke

davon abgeschnitten sind, sondern immer wieder aus der Tiefe und aus der Weite bis hinauf zum Gebirge mit seinem wasserfesten Kern.

Die sichtbaren Ströme und Flüsse sind nur der kleinste Teil des kostbaren Wasservorrats, der uns in unerschöpflicher Fülle zu Gebote steht; das anscheinend so stiefmütterlich behandelte Heide- und Ödland birgt in seinem Schoße weit Brauchbareres und weit mehr als alle Bäche und Ströme, und die möglichste Aufschließung und Ausnützung des Wassers der Tiefen wird eine der großen Aufgaben des XX. Jahrhunderts sein. Wer weiß, welches Leben der Ozean der Tiefe dereinst in den Wüsten Asiens und Afrikas erwecken wird!

Heiße Quellen, Geiser und Vulkane.

Daß die aus großer Tiefe stammenden Gewässer eine hohe Temperatur mitbringen, erscheint uns selbstverständlich. Dagegen ist es nicht immer zutreffend, wenn angenommen wird, daß sie, je tiefer, auch um so salziger und ungenießbarer werden. Man hat bei zunehmender Tiefe den Mineralgehalt ebenso oft abnehmen wie steigen sehen. Die Herkunft



Pohutu-Geiser bei Whakarewarewa.

dieser mineralischen und gasigen Beimengungen ist noch nicht ganz aufgeklärt. Stammten sie aus den obersten Schichten der Erdrinde, so müßten sich hier im Laufe der vielen Jahrtausende, während welcher die heißen Quellen sprudelten, gewaltige Hohlräume gebildet haben; und von solchen ist doch vielfach nichts zu merken. Der Wiener Geologe Ed. Süß hat diese Frage auf der Naturforscherversammlung zu Karlsbad im Hinblick auf die dortige Thermalquelle ausführlich erörtert und zugleich seine Ansichten über Geiser und Vulkane entwickelt.

Der Karlsbader Sprudel hat den Geologen schon manches Rätsel aufgegeben und mehr als einmal „ein allgemeines Schütteln des Kopfes“ erregt. Die geläufigste Erklärung des Sprudels besagt, daß die Regen- und Schneewasser des Erzgebirges in die Tiefe sinken, sich dabei erwärmen und dann in Karlsbad sowie in benachbarten Gegenden (Teplitz u. s. w.) wieder emporsteigen. Um nun nicht durch irgend welche Maßnahmen in der Umgebung den Sprudel zu schädigen, ging man vor etwa 20 Jahren die hervorragendsten Geologen um ein Gutachten darüber an, aus welchem Gebiete die Quelle gespeist werde. Aber sie erklärten, in diesem granitischen Boden das Speisegebiet auch nicht einmal annähernd bestimmen zu können. Der große Reichtum an Wasser, Kalk, Natrium und Kohlensäure legte die Vermutung nahe, daß oberflächliche Schichten nicht die einzige Quelle davon sein könnten. Denn da der Karlsbader Sprudel jährlich fast 6 Millionen Kilogramm fester Bestandteile in seinem Wasser emporbefördert, so müßten sich wohl seit der Zeit, da wir die Quelle kennen, schon Hohlräume von etwa 1 Million Kubikkilometer gebildet haben, während doch dort von solchen Höhlungen nichts bekannt ist. Gegen eine Speisung des Sprudels durch Oberflächenwasser spricht auch der Umstand, daß die Jahreszeit und die Niederschläge keinen Einfluß auf seine Stärke haben, und daß seine Temperatur von 73·8° C. bei Entstehung durch Grund- und Niederschlagwasser unerklärlich wäre. Rechnet man, daß auf je 100 Meter, die man ins Erdinnere dringt, eine Erwärmung von 3° C. kommt, so muß das Karlsbader Wasser aus 2000 Meter Tiefe stammen, während das Erzgebirge doch nur etwa 1000 Meter Höhe hat und Karlsbad selbst etwa 300 Meter über dem Meeresspiegel liegt.

Die großen Wassermengen, die mitgeführten Salze und die Wärme stammen also aus dem Erdinnern. Wie man sich den Kern der Erde auch vorstellen möge — wahrscheinlich spottet seine wirkliche Beschaffenheit aller unserer hochwissenschaftlichen Deduktionen — jedenfalls ist er noch sehr heiß und nicht fest. Die Massen, welche bei der Abkühlung flüssig und fest werden, sind durchtränkt mit solchen, die noch gasförmig bleiben. Bietet letzteren irgend eine Spalte in der Erdrinde die Möglichkeit zu entweichen, so strömen sie aufwärts. Bekannt ist dieser Vorgang von der Kohlensäure, die z. B. in der Hundsgrotte zu Neapel, bei Burgbrohl und an vielen anderen Orten der Erde entströmt, zum Teil in solchen Mengen, daß es lohnt, sie aufzufangen und in Stahlzylindern verdichtet in den Handel zu bringen. Süß dehnt diesen Gedanken auf Wasser und Salze aus. Wir müssen uns also denken, daß aus größeren Tiefen Dämpfe von Wasser und anderen Stoffen dem Erdinnern entströmen, sich auf ihrem Wege durch die Erdrinde bis zur Temperatur des Karlsbader Sprudels abkühlen und so aus der Erde emporquellen. Immerhin mag diesem aus dem Erdinnern stammenden „juvenilen“ Wasser eine gewisse Menge oberflächlichen „vadosen“ Wassers beigemischt sein, die Hauptmasse aber stammt aus dem glühenden Erdkern.

Denselben Ursachen entspringt die Tätigkeit der pulsierenden heißen Quellen, der Geiser. Sie bestehen bekanntlich in einem in die Erde führenden





Robert Koch: Geiser in Ruhe und Tätigkeit.

Steinrohr, in dem heißes Wasser steht; dieses spritzt nach einiger Zeit einigemal auf, dann sprudelt die ganze Wassermasse springbrunnenartig hervor und hierauf tritt für kürzere oder längere Zeit Ruhe ein. Gewöhnlich ist auch das Wasser der Geiser stark salzhaltig und hat vielerorts Sinterablagerungen und Terrassen gebildet. Nach gewisser Zeit scheinen die Geiser zu ermüden, wie man das an manchen derartigen Quellen des großen neuseeländischen Geisergebietes von Whakarewarewa beobachten kann. Um einen dieser schlafengehenden Geiser zu neuer Tätigkeit anzustacheln, bedient man sich des allerdings verbotenen „Seifens". „Eine Dame" — so beschreibt ein Zuschauer diese Manipulation — „warf 30 Pfund Seifenschnitzel in den Mund des dumpfschnarchenden Geiser, der eine Viertelstunde lang gegen den immer massigeren Schaum anfauchte und dann plötzlich einen gewaltigen siedenden Wasserstrahl etwa 15 Meter in die Höhe blies, ein mächtig wirkendes Schauspiel, das mit allmählich abnehmender Wassermasse und zunehmenden Intervallen ungefähr eine Stunde andauerte. Das Seifen hat den Zweck, durch eine Schaumdecke die Überhitzung und damit Explosion des Geiser herbeizuführen."

Auf der im Bismarck-Archipel nördlich von Neuguinea gelegenen Insel Neupommern wurde gelegentlich der letzten Anwesenheit des Kriegsschiffes „Möwe" daselbst mitten im Urwald ein Geisergebiet von hervorragender Tätigkeit entdeckt. Schon das Ufer der von einem Kranz mächtiger Vulkane umgebenen Hannambucht verriet durch den Sinterboden, über welchen sich in feinen Kanälen und Röhren heißes Wasser in die See ergoß, die Nähe der Speischlünde. Heißer Dampf, der hie und da aus Löchern und Spalten quoll, ein kleiner heißer Bach, hübsche kleine Schlammkrater mit brodelndem, weißgrauem Inhalte, dazu das immer stärker werdende Brüllen der Explosionen des Geisers wies der Expedition, die sich mit Beil und Hackmesser den Weg durch den Wald bahnte, die Richtung. Nach wenigen hundert Metern Weges standen die Reisenden, unter denen sich Robert Koch, der berühmte Arzt und Bakterienforscher, befand, am Rande einer Lichtung, in der sich das prächtige Geiserbecken in Länge und Breite von etwa 250 zu 100 Metern ausdehnte. Unregelmäßige Anhäufungen von weißen Sinterblöcken bedeckten den Boden bis hart an den grünen Rand des Waldes; darüber der tiefblaue Himmel — ein unvergeßliches Bild.

Die Mitte des Beckens nimmt ein großer Geiser ein, der zu Ehren des anwesenden großen Forschers „Robert Koch-Geiser" getauft wurde. Seine Ausdehnung ist denen der größten bekannten Geiser vergleichbar; aber er übertrifft alle an Zahl der Eruptionen. Nur eine Minute dauert die Ruhepause, während derer der Schlund völlig trocken liegt. Dann quillt das Wasser plötzlich in dem Ansatzrohr auf, und nun schießen unter Brüllen und Tosen die Strahlen kreuz und quer durcheinander bis zur Höhe von etwa 10 Metern empor. Das Ansatzrohr verläuft nämlich nicht senkrecht, sondern schräg nach oben; infolgedessen bildete sich keine Fontäne von großer Höhe, sondern der Strahl prallt gegen die Seitenwand. Der Ausbruch dauert in gleichbleibender Stärke eine Minute und bricht dann plötzlich ab. Der Geschmack des Wassers ist sauer.[1])

Süß erklärte diese Erscheinungen folgendermaßen. Dem Erdinnern entströmen heiße Dämpfe und erhitzen das Wasser im Rohre des Geisers. Allmählich steigt dessen Temperatur, bis endlich z. B. in 10 Meter Tiefe 120° C. erreicht sind. Dann kann das Wasser dort verdampfen, Blasen steigen auf und werfen etwas Wasser hoch. Dadurch wird die Wassersäule leichter, das tiefer befindliche heißere Wasser verdampft in größerem Maße und alles fliegt hoch. Hat sich dabei das Wasser unter 100° C. abgekühlt, so läuft es in das Rohr zurück und bleibt dort so lange in Ruhe, bis die aus dem Erdinnern durch Dämpfe ihm zugeführte Wärme das Spiel von neuem beginnen läßt. Wenn im Laufe der Zeit allmählich oder plötzlich durch Erdbeben, die dampfzuführenden Spalten sich zum Teil oder ganz schließen, so müssen die Ausbrüche seltener werden und endlich ganz erlöschen. So sind die Zwischenzeiten am islän-

[1]) Die Umschau 1902, Nr. 39.

dischen Geiser von einer halben Stunde im Jahre 1772 auf fast 20 Tage gegenwärtig gestiegen und die Quellen in Neuseeland infolge vulkanischer Erschütterungen fast ganz versiegt.

In ähnlicher Weise erklärt Süß die Vulkane, deren Krater mit geschmolzener Lava gefüllt sind und ab und zu Dampfblasen hervorsteigen lassen. Die Ähnlichkeit mit dem Geiserphänomen beobachtete der Forscher in Gesellschaft anderer Geologen 1871 an einem Nebenkrater des Vesuv, dem Cratere parasitico. Die Lava hob sich in einigen Sekunden etwa um 1 Meter, Dampfblasen, die Lavafetzen mitrissen, entstiegen ihr, die Masse fiel zurück, bildete eine Rinde, hob sich wieder, die Rinde platzte und so fort. Die Dämpfe waren Wasser, Salzsäure und schweflige Säure. Der Hauptkrater warf zur selben Zeit unter anderem Steine aus, die mit einer weißen Kochsalzkruste bedeckt waren. Dieses bei Vulkanausbrüchen oft beobachtete Kochsalz hat man ebenso wie die Dampfmassen, die den Vulkanen entströmen, auf eindringendes Meerwasser zurückgeführt. Süß sieht aber dies alles aus der Tiefe kommen. Wir müssen uns dann vorstellen, daß die dem Erdinnern durch eine Spalte entweichenden Dämpfe unter Umständen ihre außerordentlich hohe Temperatur so lange behalten, daß sie im stande sind, Gesteinsmassen zu schmelzen, wie das die Gasblasen mit der sich in der kurzen Zeit von 6 bis 8 Stunden bildenden Erstarrungsrinde des Cratere parasitico taten.

Gelingt es den heißen Gasen nicht, das überliegende Gestein zu schmelzen, und finden sie auch sonst keinen Ausweg, so kommt es wahrscheinlich zu so plötzlichen Explosionen, wie sie auf Krakatau und vor Jahresfrist auf der kleinen, westlich von der japanischen Insel Kiusiu liegenden Insel Torishima vorkamen. Dieses Eiland, auf dem etwa 125, von einem japanischen Unternehmer angesiedelte Bewohner Vogelfang, Feder- und Guanosammeln betrieben, wurde im ersten Drittel des August 1902 durch einen Vulkanausbruch so völlig verheert, daß die früheren Verhältnisse gar nicht wieder zu erkennen waren. Die Spitze des in der Mitte der Insel gelegenen, schon lange untätigen Vulkans ist gänzlich verschwunden und durch einen beträchtlichen, 61 Meter tiefen Krater ersetzt, die ganze Insel mit Asche bedeckt und mit großen Lavablöcken übersät. Da die ganze Bewohnerschaft, wahrscheinlich durch nächtlichen Ausbruch in ihren Häusern überrascht, zu Grunde gegangen ist, so sind wir hinsichtlich des Vorganges auf Vermutungen angewiesen.

Es wird angenommen, daß die Katastrophe durch Ansammlung von Gasen in dem Vulkankegel hervorgerufen wurde, die endlich, einen Ausweg suchend, die Spitze dieses Berges abhoben und das Material derselben, Asche und feste Lavablöcke, über die Insel ausschütteten. Für diese Annahme spricht der Umstand, daß frische Lava nicht ausgeworfen wurde, auch keinerlei Vorzeichen herannahender vulkanischer Tätigkeit sich zeigten und jetzt, bald nach dem Ausbruche, wieder vollkommene Ruhe eingetreten ist.

Süß' Grundansicht ist also folgende: Dem Erdinnern entströmen in Spalten Gase von verschiedener Beschaffenheit, Temperatur und Mächtigkeit. Die heißesten sind wasserfrei und so hoch erhitzt, daß sie Gesteine schmelzen können (1000—1300° C.). Ihre Wirkung sehen wir in den Vulkanen; die Lava, die ausfließt, entstammt bisweilen nicht direkt dem Erdinnern; auch oberflächlich liegende erstarrte Massen werden mitunter durch die Gase bis über den Schmelzpunkt erhitzt und fließen ab. Es ist also mit dieser Theorie von Süß sehr wohl die im I. Jahrgang (S. 67) geschilderte Ansicht Stübels, daß die Vulkanausbrüche auf vereinzelte, in der Panzerdecke eingeschlossene und nur selten noch mit dem tieferen Erdinnern in Verbindung stehende Magmaherde zurückzuführen sind, zu vereinigen.

In den Zinnerzlagern und anderen Erzgängen im Gebirge, ebenso in den Schwefel- und ähnlichen Lagern haben wir ebenfalls Niederschläge der Dampfausströmungen zu sehen. Metalldämpfe dringen in Gesteinsspalten und kühlen sich dort bis unter die Erstarrungstemperatur ab. Weiter kommen wir zu den Gasausströmungen der Erde, welche die Ursache von Siedequellen, Geisern, Thermen sind, und endlich zu den Ausströmungen von Kohlensäure, die entweder trocken dem Boden entströmt wie zu Burgbrohl, wo täglich etwa 25.000 Hektoliter aus der Erde dringen, oder in dem Grundwasser gelöst wie in Niederselters.

Diese Entgasung der Erde ist uralt; vom ersten Augenblick an, wo Teile der Erde fest oder flüssig wurden, entströmten ihnen Gase, und so wird es bleiben, bis alles erstarrt ist. Noch heute liefern diese Ausströmungen Wasser, Kochsalz, Kohlensäure und anderes, und so dürfte es stets gewesen sein. Dann stammen aber das Meer und sein Salz und die



Ausbruch des Mont Pelé, 9. Juli.

Gase der Atmosphäre zum großen Teil auch aus dem Erdinnern. Nicht eindringendes Meerwasser verursacht den Ausbruch eines Vulkans, sondern die aus dem Erdinnern stammenden Gase liefern das Wasser, dessen Dampf z. B. den Vesuv im Jahre 79 n. Chr. oder den Krakatau im Jahre 1883 in die Luft blies und das, in der Höhe sich verdichtend, den die Ausbrüche begleitenden Regen liefert, welcher seinerseits wiederum oft die zugleich ausströmenden Gase wie Salzsäure in sich aufnimmt und dann beim Niederfallen weit und breit die Pflanzenwelt schädigt und vernichtet.

Das so grundverschiedene Verhalten der Vulkane erklärt sich zum Teil vielleicht durch die verschiedene Stärke und Beschaffenheit der ihre Eruptionen veranlassenden Gas- und Dampfmassen der Tiefe. Hier haben wir den Mont Pelé, der nun schon länger als ein Jahr tätig ist, immer wieder Dampf und Lava gibt und in seiner Kraft noch so bedrohlich erscheint, daß der Gouverneur von Martinique im Mai 1903, also ein Jahr nach der Katastrophe von St. Pierre, die Räumung der bisher durch den Gipfel des Berges geschützten nordöstlichen Dorfschaften befahl. Der Forschungsreisende Dr. Wegener, der ihn Ende März sah, berichtet, daß er laut den Beobachtungen der französischen Stationen fortwährend wächst, sogar bis zu 10 Metern am Tage, gleichzeitig freilich durch Abstürzen von Massen wieder an Höhe verliert. Da er bei diesem Wachsen, außer durch Abbröcklung, die Gestalt nicht verändert, so wird er nach Wegener von unten nach oben gehoben. In dieser Hinsicht würde der Pelé sich also vom Vesuv unterscheiden, der seine Gestalt und Höhe fortwährend ändert, aber nicht, weil er als Ganzes sich hebt oder senkt, sondern weil die vulkanischen Produkte des Aschenkegels fortwährend aufgeschüttet und abgetragen werden. Es gibt kaum einen so unsteten und ungemütlichen Vulkan wie er es ist. Gegenwärtig ist er wieder in so bedrohlich wachsender Tätigkeit begriffen, zugleich erscheint sein Aufbau so vollendet, sein Schlot so bis zum Rande gefüllt, daß Dr. M. W. Meyer kürzlich prophezeite: der Vesuv ist reif zu einem neuen großen Ausbruch, der jeden Augenblick eintreten kann. Ob das gewaltige Schauspiel schon jetzt in den nächsten Tagen oder Wochen stattfindet, läßt sich schwer sagen; aber Jahre dauert es nach alter Erfahrung gewiß nicht mehr. — Wie harmlos erscheint mit diesen beiden Vulkanriesen verglichen der kleine Krater auf Sawaii, einer der deutschen Samoa-Inseln, der im November 1902 eine Tätigkeit entwickelte, die nach übertriebenen Zeitungsberichten als gefahrdrohend für die ganze Inselgruppe erscheinen konnte, nach den Berichten mehrerer Sachverständiger dagegen ohne weitere Folgen bleiben wird.

Sawaii ist nach den Angaben Dr. Paul Grossers, der sich durch Bereisung zahlreicher Vulkaninseln ein geschultes Auge für die Eigenart vulkanischer Landschaften erworben hat, eine Insel mit geologisch ganz jugendlichen Oberflächenformen. Seine Laven sind noch von wenig Humus bedeckt, unzählige sekundäre Vulkankegelchen stehen noch wohlerhalten, das „Mu", der Lavastrom, welcher



Große Wolke aus dem Mont Pelé.

am Nordgehänge der Insel herabfloß und sich an der Küste weit ausbreitete, ist von Atmosphärilien (Regen, Sonne, Wind) noch fast unzersetzt. So nimmt es nicht wunder, daß gerade Sawaii der Schauplatz neuer vulkanischer Tätigkeit ist, nicht das ältere Upolu. Daß diese ohne verderbenbringende Vorboten auftrat, ist gegenüber dem Verhalten, das in der Regel nach Jahrhunderte langem Schlummer wieder erwachende Vulkane beobachten, eine durchaus auffallende Erscheinung. Die unterirdischen Kräfte hatten also wahrscheinlich keinen großen Widerstand zu überwinden, um ihren Zweck, die Ausstoßung von Dämpfen und feuerflüssigem Magma, zu erreichen. Vielleicht ist das für den weiteren Verlauf dieses Ausbruchs ein günstiges Zeichen, weil es hoffen läßt, daß die vulkanischen Kräfte in aller Ruhe sich ausgeben und nicht durch gewaltige Erderschütterungen oder aus solchen hervorgehende Flutwellen Verderben bringen werden. Und in der Tat hat ja auch der Ausbruch auf Sawaii bisher keine Fortsetzung und keine weiteren Folgen gehabt.

Wasserkissen und Wärmespeicher.

Der Wagemut des Menschen ist unbegreiflich groß. Wie er sich nicht nur vereinzelt, sondern mit Weilern und Dörfern an den Abhängen, ja selbst im Krater der Feuerkegel eingenistet hat, so baute er ganze Städte auf dem schwankenden Grunde der Sümpfe und Moore auf, ohne zu bedenken, daß ihm die ganze Herrlichkeit einmal unter den Füßen zusammensinken könne. Und das bleibt denn ja, wie augenblicklich das Beispiel Venedigs beweist, nicht aus. Der Einsturz des Markusturmes gab dem Geologen Dr. Ochsenius Gelegenheit, sich über die Eigenart des Untergrundes von Venedig und verwandten Örtlichkeiten auszusprechen.[1])

Abgeschlossene Wasseransammlungen, wie der Bergmann sie unter dem Namen „Wassersäcke" in allen älteren Schichten kennt, können auch im jüngeren und jüngsten Schwemmland (Alluvium) auftreten und werden hier als „Wasserkissen"

[1]) Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft, Bd. 54. Helios, Bd. 20 (1903).

bezeichnet. Tote Flußarme, sich selbst überlassene Teiche und Tümpel werden von einer Schicht schwimmenden Pflanzenmaterials überzogen, welche unter Umständen so dicht und fest wird, daß darauf gewehter Sand und Staub nicht mehr untersinkt, sondern sich verfestigt und im Anschluß an die Ufer die ganze Vertiefung des Beckens ausfüllt und einebnet. Dann ist der flüssige Inhalt am Grunde völlig eingesperrt und trägt seine oft nur noch wenig elastisch bleibende Decke weiter, solange keine Störung eintritt: das Wasserkissen ist fertig. Derartige unter Druck geratene, völlig eingesargte Bildungen können sich sogar übereinander wiederholen und geben, wenn sie angestochen werden, stets Anlaß zu sehr unliebsamen Störungen, namentlich bei Eisenbahnbauten, bei denen sie im norddeutschen Flachlande mehrfach den Verlust ganzer Dämme herbeiführten.

Für Wasserkissenbildung war und ist nun die Po-Ebene wie geschaffen. Der Po, dessen Niveau stellenweise gegenwärtig höher liegt als die First der Häuser benachbarter Ortschaften, hinterließ an seinen Ufern zahlreiche Teiche, Tümpel und tote Arme. Auf ihnen hat, wie die zur Beschaffung von Trinkwasser angestellten Bohrungen bewiesen, die unter dem milden Klima üppig gedeihende Vegetation förmliche Etagen von Wasserkissen zuwege gebracht. Die alte Küstenlinie der nordwestlichen Adria aus historischer Zeit verläuft etwa 15 Kilometer von der jetzigen, d. h. dem Venedig östlich vorliegenden Damme Murazzi bei Malamacco; die zwischen diesen beiden Linien liegenden Anschwemmungen gehören also zu den jüngsten und sind in geschichtlicher Zeit von dem mineralischen Abhub (Detritus) gebildet, den die Flüsse vom Po bis zum Isonzo aus den Alpen schleppten. Triasdolomite, Juratone, Jurakalk, Kreidemergel und andere Alpengesteine lieferten kalkig-tonig-sandiges Material für die Herstellung solider Decken über den oberflächlich zugewachsenen Tümpeln und Wasserflächen zwischen den Flußmündungen. Auf solchen Mergelschichten über Wasserkissen und ähnlichen, mit Wasser und Gasen gefüllt gebliebenen Hohlräumen stehen Venedig mit seinen 122 Inselchen, Padua, Adria, Vicenza, Verona und andere Ortschaften zwischen Alpenvorland und Meer.

Den Beweis dafür liefern die Degousséschen Venediger Straßenbohrungen von 1846 bis 1849 sowie die von 1866 mit ihren üblen Folgen. Mit Gewalt wurden die schlammigen Gewässer an 40 Meter hoch aus den Bohrlöchern gepreßt und über die Hausdächer geschleudert; ganze Stadtviertel erlitten Senkungen, die übrigens auch schon früher vorgekommen sein müssen, denn das Niveau des römischen Pflasters liegt 2 Meter, das des Mittelalters 1·70 Meter unter dem jetzigen. „Bei einem solchen Lande", schrieb Süß, „hat man Grund zu staunen, daß sein Rücken durch so viele Jahrhunderte die große Belastung mit Gebäuden verhältnismäßig ruhig getragen und dadurch gestattet hat, daß an dieser Stelle eine so glänzende Stätte menschlicher Kultur erblühte."

Allerdings war diese Ruhe immer nur eine scheinbare. Schon 1505 mußten die Deutschen ihr aus dem XIII. Jahrhundert stammendes Kaufhaus umbauen; im Dogenpalast sind einzelne Mauern mit Ketten an ihre fester stehenden Nachbarn gefesselt worden. Dem Schicksal, das den Glockenturm im Juli 1902 ereilte, gehen sehr viele andere Monumentalbauten Venedigs entgegen, besonders die Kirchen. Nicht an ein Faulwerden oder Nachgeben der Pfahlroste, deren Eichenstämme bis zu 9 Meter Tiefe die Venediger Fundamente förmlich spicken, ist hiebei zu denken; denn Eichenholz wird im Wasser bekanntlich immer schwärzer, härter und spröder. Die einzige Erklärung besteht in der bereits erwiesenen Annahme von Wasserkissen, deren Kissenüberzug durch Anstechen, Anbohren oder Zerreißen von oben her durchlöchert worden ist und nun, bei teilweiser oder völliger Entleerung des wässerigen resp. gasförmigen Inhalts durch die entstandenen Löcher, mit seiner ganzen Belastung absinkt.

Ein einmaliges Durchbrechen eines solchen Wasserkissens beseitigt die Gefahr nicht einmal für immer, wie Ochsenius an dem Beispiel einer derartigen Bildung aus der Nähe von Frankfurt a. O. zeigt. Hier wurde beim Bau der Märkisch-Posener Eisenbahn in der Gegend von Kunersdorf die Anlegung eines 17 Meter hohen Dammes nötig, der durch eine Niederung mit drei Seen führte und, ohne daß man es ahnte, einen zugewachsenen vierten überbrückte. Eine Zeitlang trug die Decke desselben die Last, bis der Damm eines Morgens (1868) spurlos verschwunden war. Nach wiederholten Aufschüttungen gelang es, ihn so weit zu festigen, daß sich 15 Jahre keine Störungen mehr zeigten. Nur wenn die in der Gegend übenden Truppenmassen das Terrain überschritten, verriet der dumpfe Widerhall ihrer Tritte die gefährliche Tiefe. Erst im Jahre 1883, als eine Lokomobile zum Auspumpen eines Torfstichs die unheilvolle Stelle passierte, trat ein neuer Durchbruch ein, so plötzlich, daß von den sechs Zugochsen nur die beiden vordersten gerettet werden konnten. Die schwere Maschine versank mit dem Rest des Gespannes, und auch der Bahndamm wurde zum Teil wieder in die Tiefe gerissen. In 40 Meter Tiefe stieß man beim Sondieren auf die versunkene Lokomobile; sie zu heben war unmöglich. — Ein anderes Wasserkissen mit außerordentlich widerstandsfähiger Decke wies Dr. Ochsenius im Park des königl. Jagdschlosses Klein-Glienicke bei Potsdam nach.

Eine merkwürdige Erscheinung sind die schon mehrfach, neuerdings von A. v. Kalecsinszky eingehend untersuchten warmen Kochsalzseen Ungarns, einige im Maros-Tordaer Komitat (Siebenbürgen) gelegene Wasserbecken, von denen z. B. der größte und wärmste, der Bärensee mit etwa 40.000 Quadratmeter Oberfläche bei rund 15 Meter Tiefe, stellenweise eine Temperatur von 70 bis 71° C. besitzt. In der Umgebung bildet jungtertiäres Steinsalz teils freistehende Felsen von 30 bis 50 Meter Höhe, teils ist es mit einer dünnen Schicht toniger Erde bedeckt, auf der merkwürdigerweise schöner Eichenwald gedeiht. Unter dieser Decke nagen die Tagewässer vielfach das Salz fort, und es bilden sich dann trichterförmige Erdgruben (Erdfälle), in deren Tiefe sich mit Salz gesättigtes Regenwasser

sammelt. So entstand Ende der Siebzigerjahre des vorigen Jahrhunderts in 520 Meter Höhe der durch zwei kleine Süßwasserbäche gespeiste Bärensee, dessen Abfluß durch eine Schleuse regulierbar ist. Die oberste Schicht seines Wassers enthält nur sehr wenig Salz, 2% am Ausfluß; aber nach der Tiefe zu, wo jedenfalls anstehendes Salz die Wände des Seebeckens bildet, steigt der Salzgehalt rasch, bei 1 Meter auf 23%, und bleibt von 5 Meter an auf 25% stehen. Eigentümlich ist die Verteilung der Temperatur nach der Tiefe. Sie ist am größten in 1·32 Meter Tiefe und nimmt von da nach oben rasch, nach unten zuerst gleichfalls schnell, dann immer langsamer, aber stetig bis zum Boden ab. Im Winter ist die Temperatur der heißen Mittelschicht verhältnismäßig niedrig (Anfang April 1899 = 26° C.); im April und Mai erwärmt der See sich ziemlich stark, im Juni und Juli weniger, stärker wieder im Herbst, der in der dortigen Gegend klareres Wetter bringt als die Sommermonate. So fand sich Ende September 1898 eine Wärme von 69·5° C., die bis zum Frühjahr wieder stetig sank.

Diese großen Wärmemengen stammen nun nicht aus den Tiefen der Erde, sondern, wie Kalecsinszky nachgewiesen hat, genügt die Bestrahlung durch die Sonne allein, um Salzseen, die von einer hinreichend dicken Süßwasserschicht bedeckt sind, dauernd zu erwärmen. Er füllte von zwei gleich großen künstlichen Teichbecken das eine mit Süßwasser, das andere mit 26%iger Salzlösung. In beiden stieg die Temperatur auf 28—29° C., ohne Unterschied nach der Tiefe zu. Darauf füllte er den bisherigen Süßwasserteich gleichfalls mit Salzlösung und goß vorsichtig eine Schicht Süßwasser darüber. Jetzt erwärmte sich die Oberfläche zwar auch nur auf 29° C., die Salzlösung darunter aber zeigte schon nach einigen Tagen 35°. Diese Temperatur sank mit dem allmählichen Verdunsten der Süßwasserschicht, stieg aber wieder nach deren Erneuerung. Die Süßwasserdecke schützt also den Salzsee vor Abkühlung, die Sonne erwärmt ihn stets aufs neue und die Folge ist ein langsames, aber stetiges Steigen seiner Temperatur, zumal die schwere Salzlösung sich infolge ihrer geringeren spezifischen Wärme schneller erhitzt als das Süßwasser.

Hier hätten wir eine Naturanleitung zur Ausnützung der Sonnenwärme; wenn man z. B. auf vorhandene Salzseen Süßwasserbäche leitete, würde man in solchen Seen geradezu Sonnenwärmespeicher besitzen. Zu Badezwecken könnten manche Salzseen auf diese Weise gewiß erheblich an praktischer Bedeutung gewinnen. In anderer Weise werden diese Tatsachen seit vielen Jahren schon in Norwegen verwertet. Auf den Inseln Tysnaes und Selö dienen zur Aufzucht der jungen Austern kleine Seen, die durch einen Kanal mit dem Meere verbunden sind und vom Lande her durch Süßwasserzuflüsse gespeist werden. Trotz des geringen Unterschieds der Dichte zwischen dem obenauf schwimmenden Süß- und dem darunter ruhenden, nur 1—3%igen Salzwasser findet auch hier eine Erwärmung des Wassers statt. Die Tiefe des Tysnaeser Sees zeigte bei $13^1/_2$° Lufttemperatur 26—28° C. und in anderen Teichen stieg die Temperatur bis über 34°. Auch hier lag, entsprechend dem Umstande, daß die wärmer gewordenen Salzwassermassen aufsteigen, aber an der unteren Fläche der Süßwasserschicht Halt machen, eine heiße Schicht von einigen Metern Dicke zwischen zwei kälteren Wasserschichten.

Die Erdbeben und die Aufsturztheorie.

Wenn wir von Vulkanausbrüchen und Erdbeben hören, schweifen unsere Gedanken unwillkürlich sofort in die heißen Erdstriche, als ob bei uns dergleichen nicht auftreten könnte. Und doch ist für manche Gegenden Deutschlands wie Österreichs die Periode vulkanischer Regungen gar nicht so entlegen und die sogenannte böhmische Insel mit ihren Umrandungen, besonders den nördlichen, gehört noch jetzt zu den erdbebenreichsten Mitteleuropas. Allein in der Zeit von 1875 bis 1897 sind dort nicht weniger als 38 größere Erdbeben beobachtet worden. Dann folgte im Spätherbst 1897 eine 37tägige Bebenperiode, die sich aus einer Anzahl höchst energischer Stöße und aus Hunderten von schwächeren Erschütterungen zusammensetzte; betroffen wurde das gesamte Vogtland und die Westecke Böhmens. Innerhalb der Zeit vom 24. Oktober bis 29. November steigerten sich die vorher schwachen Erschütterungen zu sehr heftigen Stößen, um dann allmählich wieder schwächer zu werden und schließlich, durch immer größere Zwischenzeiten getrennt, zu verklingen. Man spricht in solchem Falle von „Erdbebenschwärmen". Weitere Bebenschwärme traten im Sommer 1900 in 52tägiger Periode, im Mai und Juni 1901 in 33tägiger und endlich im Juli und August desselben Jahres in 38tägiger Periode auf, während das Jahr 1902 nur am 1. Mai ein ganz geringfügiges Beben brachte, dessen Epizentrum bei Greiz lag.

Seit Anfang 1903 ist nun dieses ganze Gebiet wieder in lebhafte Tätigkeit getreten. Ende Februar begann eine Bebenperiode, die sich bis weit in den März hinein fortsetzte und die Bewohner der betroffenen Gegenden in steter Aufregung hielt. Möbelstücke wurden von den Poltergeistern der Tiefe umgeworfen, massive Häuser erhielten lange Risse, besonders in Brambach und Graslitz, einzelne schwächere Mauern stürzten sogar ein. Auf dem Hausberge bei Graslitz entstand ein 3 Meter breiter Erdspalt und in der Nähe von Asch lösten sich Felsmassen ab. In verschiedenen Kohlengruben des Zwickauer Reviers fuhren die Bergleute wieder aus, da sie Einstürze befürchteten.

Man erklärt derartige Erdbebenbewegungen gewöhnlich durch die Annahme, daß Krusten und Schollen der Erdrinde sich an bestimmten Stellen, den Bruchlinien, gegeneinander verschieben, sei es in wagrechter, sei es in senkrechter Richtung. In unserem vogtländisch-egerländischen Bebengebiete gibt es nun zwei bestimmte, wohl abgegrenzte Erschütterungszonen, die sich quer, fast senkrecht zu der Hauptrichtung des Erzgebirges stellen. Das Zentrum der östlichen Zone ist Graslitz, das der westlichen liegt zwischen Brambach-Fleißen und Asch. Die Längsachse des Gebietes stärkster Erschütterung überschreitet in beiden

Regionen nicht 20 Kilometer, was auf eine geringe Tiefe des eigentlichen Erdbebenherdes schließen läßt. Beide Schütterzonen sind bis zu einem gewissen Grade selbständig, in jeder haben sich zahlreiche Beben abgespielt, die keinen nachweisbaren Einfluß auf die benachbarte ausübten. Eigentümlicherweise haben sich aber auch in beiden Herden häufig gleichzeitige Stöße ereignet, die durch eine zwischen ihnen liegende neutrale Zone geschieden wurden. Bei den Erdbebenschwärmen der Jahre 1897 und 1900 wurden wiederholt in der Schütterzone von Brambach Erdbeben verzeichnet, die in Graslitz ebenfalls wahrgenommen wurden, aber nicht in den dazwischen liegenden Stationen, und ebenso blieb bei Erschütterungen, die in Graslitz ihren Ausgang nahmen und in Brambach gefühlt wurden, die Zwischenzone von Schönbach als eine erdbebenfreie Brücke in vollständiger Ruhe.

Unverkennbar sind, nach Professor Diener, die Beziehungen dieser querverlaufenden Schütterzonen zum Bau des westlichen Erzgebirges. Eine ganze Reihe der wichtigsten Gebirgsstörungen folgt der gleichen Richtung. Die Lage solcher Transversalstörungen wird bezeichnet durch große, das Erzgebirge gangförmig durchsetzende Eruptivmassen, wie die Granitmasse von Neudeck und die Porphyrzüge von Klostergrab und Graupen, ferner durch die im westlichen Erzgebirge und im Karlsbader Gebirge so häufigen Quarzgänge oder Pfähle, die oft wie mit einem Lineal gezogen fast geradlinig die verschiedenen archaischen Schichten durchsetzen und bisweilen als sogenannte Teufelsmauern aus dem stärker abgewitterten Gestein ihrer Umgebung mauerartig hervorragen. Sie sind die Ausfüllung von Gangspalten und als solche die Denkmale großer linienförmiger Verschiebungen und Brüche, die das Gebirge quer auf seine Längsrichtung betroffen haben. Der größte dieser Quarzgänge beginnt unweit Asch, zieht gegen Südosten quer durch den Granit und Glimmerschiefer des Fichtelgebirges, dann durch das Westende des Erzgebirges nördlich von Eger, verschwindet unter den jüngeren Ausfüllungsmassen des Egerer Beckens, taucht wieder auf bei Sandau im Karlsbader Gebirge und endet bei Königswart, 40 Kilometer von seinem nordwestlichen Endpunkt. Dem Streichen dieser Quarzgänge entspricht der Verlauf der Schütterzonen.

Merkwürdigerweise haben diese Erdbebenschwärme auf die warmen Quellen der nahen Thermalzone, auf die Thermen von Karlsbad, Franzensbad, Marienbad, Königswart nicht den geringsten Einfluß gehabt. Professor Credner, der Direktor der Königl. Sächsischen Geologischen Landesanstalt, hält es, entgegen der Ansicht Professor Dieners, für wahrscheinlich, daß jene unterirdischen Lageveränderungen der Gesteinsschollen auf klimatische und meteorologische Einflüsse zurückzuführen sind.

So festbegründet die Erklärung solcher tektonischen Erdbeben durch gegenseitige Verschiebung und Reibung gewaltiger Erdschollen auch erscheint: es gibt auch in der Wissenschaft „Außenseiter", die sich bei solchen allgemein anerkannten, sozusagen offiziell gewordenen Ergebnissen der Wissenschaft nicht beruhigen können und ihre eigenen Wege wandeln, wofür ihnen die Wissenschaft allerdings meistens wenig Dank weiß. Aber sie sind interessant und nicht selten voll merkwürdiger, neuer Gedanken, diese Sonderlinge, und deshalb hört ihnen gewöhnlich jeder gern zu. Ein solcher Außenseiter ist seit Jahrzehnten Dr. A. Meydenbauer, namentlich hinsichtlich des Baues der Erdrinde. „Es gibt noch", sagt er, „Zweifler, welche die Begriffe Schollen und Senkungsfelder nicht finden können und die unzweifelhaft vorhandenen Bruchlinien anders verstehen, als durch Annahme des feuerflüssigen Erdinnern, die die Krustentheorie vorschreibt." Versetzen wir uns einen Augenblick in seinen Gedankengang![1])

Seit 1874 versucht Meydenbauer unablässig, die Entstehung der Erde sowohl wie aller Himmelskörper durch einen Ballungsvorgang ursprünglich staubförmiger Massen zu erklären, bei dem der Aufsturz von großen und kleinen Meteoren das letzte Stadium vorstellt, in dem die Erde sich augenscheinlich noch befindet. Die deutlichsten Spuren solcher Aufstürze trägt der Mond in seinem Angesicht, so daß man im Hinblick auf ihn schon sehr früh die Aufsturztheorie aufstellte, aber nicht genügend begründen konnte, weil man immer an der teigartigen Oberfläche des Mondes festhalten wollte. „Nach unserer Erklärung ist unser Mond der etwas klein geratene Zwillingsbruder, nicht Sohn der Erde. Diese selbst entstand durch Vereinigung mehrerer größerer Massen, die lange Zeiträume genau so nebeneinander herliefen wie die kleinen Planeten. Ihre Vereinigung ergab zunächst einen unrunden Körper, der erst allmählich unter gewaltigen Massenverschiebungen und fortwährendem Aufsturz neuer Massen die heutige Gleichgewichtsform annahm. Der Prozeß ist noch nicht beendigt und äußert sich in den großen weitreichenden Erschütterungen der eigentlichen Erdbeben. Diese entstehen durch Auslösungen der noch von der Massenvereinigung und den späteren Aufstürzen an den Vereinigungsflächen verbleibenden Druckspannungen. Als Ursachen dieser Auslösungen müssen wir Veränderungen des Luftdrucks, Ebbe und Flut und Vorübergang von Sonne und Mond durch geringe Änderung der Schwere betrachten, welche alle gleichzeitig sich summieren, aber auch aufheben können." (Credner, Falb!)

Diese Ansicht ist nun mit der Kant-Laplaceschen Theorie schlechterdings nicht vereinbar, auch nicht mit der Krustentheorie; aber sie erklärt nach Meydenbauers Ansicht die geologischen Schichten (Formationen) und die vielfachen Unregelmäßigkeiten besser und einfacher. Folgen wir ihm deshalb in der Betrachtung einiger Beweisstücke für seine Aufsturztheorie.

Als eine der festesten Stützen der Krustentheorie mit allem, was daran hängt, gelten die berühmten vulkanischen Durchbrüche bei Urach in der Rauhen Alb. Bei einem Besuche der Gegend fand Meydenbauer am Abhang der aufs Ge-

[1]) Siehe Gaea 1902, Heft 11: Vulkane, Erdbeben und die Aufsturztheorie.

birge führenden Chaussee Spuren anstehenden festen Gesteins, das von dem meilenweit ausgedehnten Kalk der Rauhen Alb durchaus verschieden war; auf der Höhe zeigte sich eine Stelle mit grauem, vulkanisch aussehendem Sande. Bis hieher schien alles richtig nach der vulkanischen Theorie; denn wie die Sache in der Tiefe verläuft, kann niemand sehen. Ohne sich irremachen zu lassen, forschte Meydenbauer nach den anderen „Durchbrüchen", von denen einer etwas höher hinauf vom Fiskus als vortreffliches Straßenbaumaterial ausgebeutet wurde, da hier nach Angabe der Sachverständigen das gute Straßenbaumaterial bis zur unendlichen Tiefe stehen sollte. Im Steinbruch angekommen, fand er eine ganz unregelmäßig aufgewühlte Grube von etwa 10 Meter Tiefe und 30—40 Meter Breite, in der sich seitlich, nicht unten, noch einige Brocken des angeblichen Basalts fanden, der in Wirklichkeit nie diese Bezeichnung verdient hatte, sondern aus einem Gemenge stark kieselhaltiger Verbindungen mit Tonerde, Kalk, Eisen u. s. w. ohne eine Spur von Schmelzung bestand. Nach Ansicht des Aufsehers sollte der Vorrat noch ein Jahr reichen, dann sei er mit seinen Leuten ohne Arbeit. So sehen die von den namhaftesten Geologen anerkannten vulkanischen Durchbrüche von Urach aus, nach Meydenbauer die sprechendsten Beweisstücke für die Aufsturztheorie.

Die Aufstürze sind nicht durch ihre ganze Masse hindurch, sondern nur an der Berührungsstelle mit dem schon vorhandenen Erdkörper, den sie vergrößerten, zum Erglühen und Schmelzen gekommen. Wir sehen über die ganze Erde verstreut einzelne Glutherde inmitten ringförmiger Bergkränze, in denen Vulkane fast immer ihre Stelle finden. Letztere stehen, wie Stübel herausgefunden hat, auf lokalen Glutherden, die keinen Zusammenhang mit dem glutflüssigen Erdinnern haben können, das übrigens, nach Meydenbauers Ansicht, als glutflüssig gar nicht existiert.

Die kleinen Antillen sind ein Beispiel für einen Normal-Glutherd. Der bis jetzt sichtbare Ring des Aufsturzes hat 900 Kilometer Durchmesser und ist fast zu zwei Dritteln des Umfanges erhalten, wenn man den durch die Inseln angedeuteten Umfang auf das Festland weiter verfolgt und ihn hier durch hohe Küstengebirge fortgesetzt findet. Andere deutliche Beispiele finden sich an der Ostküste Asiens, z. B. die Aleuten. Umgekehrt wird man durch das Vorhandensein von Vulkanen, tätigen oder ausgebrannten, auf die unmittelbare Nachbarschaft eines Aufsturzes schließen können, der immer durch eine, mitunter mit Vulkanen besetzte Bruchlinie eingefaßt wird. Durch genaue Betrachtung der wissenschaftlich gut durchforschten, nach seiner Ansicht aber bis heute nicht verstandenen Eifel sucht Meydenbauer einen Beweis für seine Behauptung zu erbringen. Wir verweisen auf diesen in der Originalarbeit, um hier noch einen Blick auf die sonstigen Folgen solcher Aufstürze zu werfen.

„Für die wissenschaftlich festgestellte Schichtenfolge der uns zugänglichen Oberhaut der Erde bringt die Aufsturztheorie die Beseitigung einer Menge von früheren schwer glaublichen Voraussetzungen. Das beliebige Unter- und Wiederauftauchen ganzer Kontinente ist ein durch die Krustentheorie bedingter Notbehelf. Die Kontinente sind allmählich aufgestürzt oder stellen im Kern die aufworfenen Ränder der ersten großen vereinigten (planetoidartigen) Massen dar. Die Meere können keine Senkungsfelder sein, denn wohin sollten die Felder gesunken sein? Wohl aber können große, unter dem Meere liegende Felder durch Seitenschub gehoben sein, aber oft wiederholt, wie Lyell will, geschah das sicher nicht. Dagegen hat die Aufsturztheorie ein anderes Hilfsmittel bereit, das eine Menge Schichtenarten auf leicht begreifliche Weise entstehen läßt, wie alle Sandsteine, Kohle, Kalk u. s. w. Das sind die ungeheuren Sturzwellen, welche ein Einschlag von vielen Kilometern Durchmesser im tiefen Meere auftürmte und in mehreren Umläufen über die ganze Erde jagte. Von der unglaublichen Gewalt solcher Sturzwellen erhalten wir noch jetzt eine Vorstellung, wenn das Meer nach einem schwachen Erdbeben über einen Küstensaum fegt. Die Sturzwellen in der Jugendzeit unserer Erde wälzten sich mehrere tausend Meter hoch über die Oberfläche, nur die höchsten Bergspitzen freilassend. Unter dem Drucke einer so gewaltigen, mit Sturmesschnelle über das Land fegenden Wassermasse wurden unsere sämtlichen Mittelgebirge förmlich abgehobelt und durchfurcht. Das Material wurde als Gerölle, Sand, Lehm, Mergel förmlich sortiert und an anderen Stellen abgelagert und durch die feinen mitgeführten Teilchen als Bindemittel im Laufe der Zeit gefestigt. So entstanden die sekundären Ablagerungen. Aber auch die Sturzwellen wurden allmählich schwächer und glichen dann die Niederungen nach und nach mit doppelt und mehrfach aufgehobenen und wieder abgelagerten Massen aus. In diese kreuz und quer von Sturzwellen überfegte Oberfläche des Festlandes grub nun die Erosion (ausnagende Tätigkeit) der Tagewasser unter Vorarbeit durch Verwitterung ihre ganz oberflächlich liegenden, aber darum allein in die Augen fallenden Merkmale ein und erzeugte dadurch die irrtümliche Lehrmeinung, sie allein habe hauptsächlich die heutige Oberflächenbildung herausgearbeitet. Da dies aber bei einiger aufmerksamer Beobachtung schwer glaublich schien, nahm man die üblichen Jahrmillionen zu Hilfe, mit denen man bekanntlich über alles wegkommt . . .

„Unsere heutigen Hügellandschaften zeigen noch genau die Form, welche die letzten Sturzwellen ihnen gegeben. Nur die Eisbedeckung hat hier andere Formen hervorgebracht; die Erosion hat kaum geritzt, wenn auch manchmal mehrere hundert Meter tief, was gegenüber den grundlegenden Wirkungen der Sturzwellen wenig besagen will. Aber die Jahrmillionen schrumpfen auf ebenso viele hundert Jahrtausende zusammen. Mit dem Aufhören der Sturzwellen hat auch die wesentliche Umgestaltung der Erdoberfläche ihr Ende erreicht, an der auch die furchtbarsten vulkanischen Ausbrüche im großen ganzen nichts Wesentliches mehr zu ändern vermögen."

Sicherlich ist angesichts der Ausführungen Dr. Meydenbauers in manchem Leser die

Frage aufgetaucht, ob wohl zu unserer Zeit noch oder zukünftig ein solcher vernichtender Aufsturz eines fremden Weltbrockens auf die Erde möglich sei. Über diese Möglichkeit spricht sich Dr. M. W. Meyer, allerdings auch so eine Art „Außenseiter", in seinem schon einmal genannten schönen Werke „Die Königin des Tages und ihr Reich" folgendermaßen aus:

„Der neue Planet mit dem verführerischen Namen des Liebesgottes (Eros), der auch schon manche böse Katastrophe auf seinem kleinen Gewissen hat, droht uns mit der Möglichkeit, daß einstmals von einem unglückseligen Astronomen so ein Weltkörperchen entdeckt werden wird, dessen Lauf geradeswegs auf unsere alte Erde gerichtet oder doch so beschaffen ist, daß man wie zweimal zwei gleich vier ausrechnen kann, er müsse dann und dann, vielleicht erst nach Jahren, vernichtend auf uns herabstürzen. Man stelle sich den entsetzlichen Seelenkampf des Astronomen vor, der unter den Zahlen auf seinem Schreibtisch diese furchtbare Entdeckung macht. Er wird sich fragen, ob er sie nicht geheimhalten müsse, um die erdrückende Verantwortlichkeit für alle die Verwirrungen nicht zu übernehmen, in welchen Todesangst und entfesselte Leidenschaften die schuldbeladene Menschheit schon vor ihrem Untergange dezimieren würden. Ein winziges Strichlein wie das, durch welches Kollege Witt seinen unbequemen Planeten auf einer photographischen Platte fand, kann zu einem furchtbaren Menetekel für die Menschheit werden.

„Das alles ist möglich, ebenso wie ein Ziegelstein mir auf den Kopf fallen und mich töten kann, indem ich aus meiner Haustür trete. Es ist ganz gut, wenn wir uns von Zeit zu Zeit an diese Möglichkeit erinnern, wie lächerlich es auch wäre, wenn wir deswegen in beständiger Angst leben wollten. Halten wir für alle Fälle unsere Dinge in Ordnung und unsere Bücher zum Abschluß fertig."

Eiszeit und Erdschwankungen.

Aufstürze wie die von Meydenbauer angenommenen müssen offenbar die regelmäßige Achsendrehung der Erdkugel störend beeinflussen. Die sogenannten Polhöhenschwankungen der Astronomen sind wahrscheinlich der Ausdruck kleinerer derartiger Störungen. Das wirre Bild, welches die sich kreuzenden und schlängelnden Linien der Polbewegung geben, läßt sich auf eine gemeinsame Ursache gar nicht zurückführen. Dr. Chandler, der die Bewegung des Poles während des Zeitraums von 1890 bis 1901 untersucht hat,[1]) kommt zu dem Ergebnis, daß diese Bewegung sich aus drei voneinander unabhängigen Bewegungen zusammensetze: 1. einer in je 14 Monaten sich wiederholenden Kreisbewegung, 2. einer Jahresbewegung von flacher Ellipsenform und 3. einer nach je 13 Monaten wiederbeginnenden Bewegung von der Form einer wenig exzentrischen Ellipse. Daneben hat er eine vierte Bewegung entdeckt, welche äußerst klein ist und 15 Monate beansprucht. Diese und ähnliche Bewegungen des Poles, deren bei längerer Beobachtung sicher noch mehrere entdeckt werden, könnten durch Aufstürze kleinerer planetarischer Massen hervorgerufen sein.

Die Wirkungen des Aufsturzes eines größeren Himmelskörpers müßten sich in gewaltigeren Schwankungen kundtun, und diese glaubt Reibisch, wie im I. Bande unseres Jahrbuches dargelegt ist (S. 47 ff.), in der sogenannten Pendulation der Erde entdeckt zu haben. Seine Ansicht hat bisher seitens der Wissenschaft keine Beachtung gefunden, obwohl sich ein anerkannter Forscher, wie H. Simroth, ihrer warm annahm. Da ist es eine Genugtuung, die Meinung eines dritten Forschers für diese Hypothese ins Feld führen zu können. „Man weiß nicht," sagt M. W. Meyer, „wie die großen Klimaschwankungen entstanden sein können, von denen die steinernen Archive der Vorzeit sicheres Zeugnis ablegen. Auf Spitzbergen wuchsen einst Kirschbäume und Lorbeersträucher, während das Leben in Mitteleuropa unter einer 1000 Meter dicken Eiskruste erdrückt war (jedoch nicht gleichzeitig). Diese Klimaveränderungen wären durch Polschwankungen von etwa 10 Grad völlig erklärt, und diese wieder können ihren Grund in dem plötzlichen Zusammenstoße eines Körpers von einigen Kilometern Ausdehnung mit unserer Erde haben." (Vgl. Meyers „Entstehung der Erde", 3. Aufl., S. 200 u. ff.)

Reibisch nimmt an, daß die Erde außer den Drehpolen (Nord- und Südpol) zwei von ihm als „Schwingpole" bezeichnete, auf dem Äquator gelegene feste Punkte besitze, um welche der Erdball regelmäßige, sehr langsame Schwankungen vollziehe, so langsam und regelmäßig, daß sie sich der unmittelbaren Wahrnehmung völlig entziehen und nur durch säkulare Veränderungen auf der Erdoberfläche festzustellen sind. Die Schwingpole liegen an den Endpunkten eines großen Erddurchmessers, und zwar auf den Gebirgen von Ecuador und Sumatra, und die Erdachse vollführt nun, unbeschadet ihrer Rotation, regelmäßige Schwingungen in einer senkrecht zur Schwingpolachse Ecuador—Sumatra stehenden Richtung. Diese hin und her schaukelnde Pendulation der Erde vollzieht sich langsam in ungeheuren Zeiträumen, bis der Ausschlag nach einer Seite den Betrag von etwa 40° erreicht hat, und schwankt dann um ebenso viel nach der entgegengesetzten Richtung. Dabei werden die verschiedenen Gegenden der Erde bald dem Äquator, bald den Polen näher geführt und erleiden dabei nicht nur die entsprechenden klimatischen Änderungen, sondern werden auch einmal — bei der Bewegung äquatorwärts — allmählich in ihren flacheren Teilen untergetaucht, einmal — bei der Rückkehr zum Pol — emporgehoben, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil der Längenunterschied zwischen der Pol- und einer Äquatorachse etwa 42 Kilometer beträgt, so daß, da das Wasser überall und stets die Geoidform innehält, ein Küstenpunkt am Nordpol, um 90° nach Süden zum Äquator verschoben, hier nicht mehr im Niveau des Meeresspiegels, sondern mindestens 21 Kilometer unter dem Meeresspiegel liegen würde.

---

[1]) Astronomisches Journal, Nr. 522.

Indem wir es dem Interesse des Lesers überlassen, die ausführliche Darstellung der Pendulationshypothese im I. Bande (S. 47 und 152 ff.) nachzuschlagen, wollen wir hier sehen, ob die neuerdings ermittelten Tatsachen eine Stütze der Ansichten von Reibisch und Simroth bieten. Letzterer nimmt an, daß gegenwärtig die ganze Nordhälfte der atlantisch-indischen Hemisphäre in einer dem Äquator zustrebenden Bewegung begriffen sei, daß wir also einem subtropischen Klima entgegengehen, ungewiß, ob noch lange, oder ob wir schon an der Grenze zur Umkehr stehen. Wenn wir die Tatsachen unter dieser Annahme prüfen, werden wir wieder entdecken, daß sie — leider! — manchmal eine recht zweideutige Sprache reden.

An geophysikalischen Erscheinungen, welche für die Pendulationsannahme sprechen würden, sind besonders drei zu erwähnen: die Gletscherbewegungen in der Schweiz, die nordamerikanische Eistrift und der Abbruch der europäischen Küsten. Der Genfer Naturforscher Correvon teilte im vergangenen Jahre im „Journal de Genève" seine Beobachtungen über das Zurückgehen der Gletscher in den Schweizer Alpen mit. Danach sind diese überall im Schwinden begriffen. Eine prächtige Eisgrotte, die noch 1886 bei Arolla 20 Minuten vom Hotel lag, ist nicht nur verschwunden, sondern man braucht jetzt nicht weniger als $1^1/_4$ Stunde, um den betreffenden Gletscher überhaupt zu erreichen. Der Bertolgletscher berührte vor 25 Jahren fast den Arollagletscher; heute steigt man ohne Schwierigkeit bis auf 500 Meter unter den Bertolpaß. Correvon glaubt, daß die Gletscher, die jetzt das Tal von Arolla von Italien scheiden, mit den Jahren ganz verschwinden werden, so daß die Walliser in nicht zu ferner Zeit ihr Vieh über diesen jetzt mit Eis bedeckten Bergpaß nach Aosta werden auf den Markt treiben können. Nach Professor Forels Beobachtungen in den Berner Alpen sind weit mehr Gletscher im Rückgang und Stillstand als im Wachsen begriffen. Der untere Grindelwaldgletscher, der von 1893 bis 1897 beträchtlich wuchs, schwand seit 1898 rasch und beständig; der obere Grindelwaldgletscher ist seit 1893 um 233 Meter zurückgegangen, der Tscheigelgletscher in den letzten zehn Jahren um 150 Meter. Auch die Gletscher im Engadin befinden sich seit Jahren ständig im Rückgang. Leider läßt sich hieraus nichts Sicheres schließen, da die Zeit der Beobachtung zu kurz ist. Derartige Schwankungen können ebensogut im Anschluß an die 35jährigen Klimaschwankungen Brückners sich vollziehen als säkular sein. Wir dürfen uns deshalb nicht wundern, wenn andere Forscher aus älteren Nachrichten über die Gletscherausdehnungen den Schluß ziehen, daß wir uns schon wieder im Anfang einer Abkühlungsperiode befinden. So auf Grund der Angaben von Agassiz in seinem Werk „Untersuchungen über die Gletscher", Solothurn 1844, A. Zöppritz in einem soeben erschienenen Werkchen „Gedanken über die Eiszeiten" (Dresden 1903).

Die atlantische Seite Nordamerikas ist nach Simroths Annahme in einer dem Äquator zustrebenden Bewegung begriffen (s. Karte auf S. 50 im I. Jahrbuch). Entspricht diese Annahme der Wirklichkeit, so müssen die Gletscher in näherer und weiterer Umgebung der Baffinsbai allmählich stärker „kalben", also größere Eismassen nach Süden abschwimmen lassen. Und in der Tat wird seit Jahren von den Kapitänen der großen Überseedampfer berichtet, daß eine ungewöhnlich große Zahl mächtiger Eisberge südlich von den Neufundlandbänken erscheint und die Dampfschiffahrts-Gesellschaften zwingt, ihre Routen nach New-York im Frühling beträchtlich weiter nach Süden zu legen. Leider — das sei hier nicht verschwiegen — läßt sich die Tatsache der vermehrten Eistriften auch im entgegengesetzten Sinne, als Rückkehr zu kälteren klimatischen Verhältnissen, deuten.

Ebenso verhält es sich mit den Küstenabbrüchen, die man in Konkurrenz mit der südwärts gerichteten Pendulation auch durch eine vermehrte Tätigkeit der See oder das in der Geologie sehr beliebte Steigen und Fallen der Küstenlinien — hier also letzteres — erklären könnte. Daß die deutschen Nord- und Ostseeküsten seit Jahrhunderten, vielleicht seit Jahrtausenden, langsam an Terrain verlieren, abbröckeln, ist unbestreitbar; nach der Pendulationshypothese muß das Festland beim Wandern nach dem Äquator zu mit seinen Rändern unter das Meer tauchen. Ähnliches wird von den Küsten der Bretagne berichtet, wo man zur Ebbezeit am Strande Reste von Waldungen und umgestürzte Dolmen findet. Mögen nun die Wälder ehemals auch auf sumpfigem Strandboden gewachsen sein: von den Steindenkmalen läßt sich doch keineswegs annehmen, daß ihre alten Erbauer sie in einen so schwankenden Grund gesetzt haben. Wenn in anderen Gegenden Europas, zum Beispiel in der nordwestlichen Adria, seit Jahrtausenden eine beträchtliche Landzunahme stattfindet, so kann das daher rühren, daß hier die von den Flüssen ausgehende Ablagerung von Schwemmland den Betrag des Untertauchens nicht nur wettmacht, sondern übertrifft.

Daß ein Unter- und wieder Emportauchen ganzer Länderstrecken stattfindet, hat an dem Beispiel Finnlands und der benachbarten Gebiete vor einiger Zeit Professor Wilh. Ramsay dargetan.[1]) Danach befanden sich während der Eiszeiten und Zwischeneiszeiten jene Randländer der Ostsee in gehobenem Zustand. Das Abnehmen der letzten Eiszeit war mit einer Senkung verbunden, die ihren größten Wert in der spätglazialen Epoche erlangte. Dann folgte eine Landhebung, die so beträchtlich war, daß die Ostsee zum Binnensee wurde, was schon in die Nacheiszeit fiel. Hierauf führt eine zweite Landsenkung in postglazialer Zeit zur historischen Zeit hinüber, in der das Land wieder in Hebung begriffen ist. Diese Epochen stimmen nun freilich mit der Schwingungstheorie nur insofern überein, als auch sie einen Wechsel von Landhebung und Senkung feststellen, weichen aber insofern davon ab, als nach der Pendulationshypothese mit einer

[1]) Finlands geologiska utveckling, Helsingfors 1900 Referat in Naturwiss. Wochenschrift 1903, Nr. 9.

Hebung, da sie das Ergebnis einer polwärts gerichteten Schwankung sein soll, jedesmal eine Eiszeit verbunden sein muß, nach der letzten großen Eiszeit also keine wiederholte Landhebung, d. h. kein Auftauchen des Landes aus dem Ozean, stattgefunden haben könnte. Eine seit längerer Zeit wahrnehmbare Zunahme der Kälte wird aus Nordsibirien gemeldet, wo das Klima bis weit hinauf zu den großen Strömen (Ob, Jenissei, Lena) rauher werden soll. Die Samojeden, gewiß gute Kenner ihres Landes, behaupten, daß die nordische Tundra, die Moos- und Sumpfschicht über dem dauernd gefrorenen Boden, langsam aber unaufhaltsam nach Süden rückt und die Taiga, den sibirischen Nadelwald, schrittweise von Jahr zu Jahr zurückdränge. Aber auch diese Beobachtungen erstrecken sich über viel zu kurze Zeiträume, als daß man daraus irgend welche weitergehenden Schlüsse ziehen könnte.

Beweise für zunehmend wärmeres Klima scheint das Verhalten mancher Tiere zu liefern. Daß das Verhalten gewisser Vogelarten, ein immer mehr um sich greifendes Überwintern von Vögeln, die eigentlich Zugvögel sind, für die Wiederkehr einer „Tertiärzeit“ spreche, ist schon im I. Jahrgang (S. 207) erwähnt worden. Der Hamster wandert seit Jahrzehnten nordwärts. Vom Ziesel, einem vorwiegend in Südeuropa beheimateten Nager von hamsterartiger Lebensweise, ist ebenfalls nachgewiesen, daß sich sein Gebiet noch jetzt unverkennbar nach Norden erweitert. Ebenso dringt der Maulwurf auf Jütland aus den Gegenden südlich vom Limfjord in die nördlich davon gelegenen, wo er bisher fehlte, vor. Vielleicht wird es erst nach Jahrzehnten, ja nach Jahrhunderten möglich sein, auf Grund einer Fülle solcher und ähnlicher Tatsachen ein sicheres Urteil über das Vorhandensein der von Reibisch und Simroth behaupteten Erdpendulation zu gewinnen.

Gegenwärtig liegt hier noch vieles, man möchte sagen alles, im argen. Die meisten Punkte, deren Erklärung die voreilende Wißbegier erstrebt, sind nicht einmal hinsichtlich des Tatsächlichen unumstößlich sichergestellt. So ist z. B. die Anzahl der Eis- und der Zwischeneiszeiten, ja selbst die Frage, ob nur eine oder mehrere Vereisungen nach der Tertiärzeit in Nordeuropa stattgefunden, durchaus strittig. Während gegenwärtig bei den meisten Geologen die Überzeugung herrscht, daß drei, ja vier getrennte Eisepochen mit ebenso vielen Zwischeneiszeiten gewechselt haben, nimmt Professor Geinitz in einer ausführlichen Darlegung sich der Ansicht an, daß nur eine, durchaus einheitliche quartäre Eiszeit stattgehabt habe.[1])

In seiner großen, alle Tatsachen der Glazialepoche zusammenfassenden Abhandlung „Die Einheitlichkeit der quartären Eiszeit“ vertritt er die Überzeugung, daß die Eiszeit durch großartige Gebirgsbewegungen auf der nördlichen Halbkugel verursacht sei. Es sind namentlich amerikanische Geologen, welche diese Hebung als Ursache der Vermehrung der Niederschläge, des Anwachsens der Gletscher und ihres Zusammenschlusses zu großen Inlandeisdecken ansehen. Für unseren Erdteil ergibt sich aus dieser Annahme die sehr wichtige Folgerung, daß dadurch das Meer zwischen Grönland und Skandinavien zu einem nur durch die Shetlandrinne mit dem Atlantischen Ozean verbundenen Binnenmeer umgewandelt und der warme Golfstrom von Nordeuropa abgelenkt wurde; auch dies mußte zur Verstärkung der Kälte beitragen. Kontinentale Hebung war also die Ursache der Eiszeit, kontinentale Senkung beendigte sie. Was die Hebung verursachte, bleibt nach Professor Geinitz völlig unerklärlich. Die ihr folgende Senkung soll durch das Gewicht des Eises hervorgerufen sein, eine sehr unwahrscheinliche Annahme, wenn wir den felsigen Boden Skandinaviens in Betracht ziehen, der sich schwerlich durch die allerdings nicht geringe Last des Eises um Hunderte von Metern hätte zusammenpressen lassen. Diese Annahme stimmt auch nicht zu der von W. C. Brögger festgestellten Tatsache, daß während der Abschmelzung des Inlandeises, als schon die gegenwärtige Küste Norwegens eisfrei lag, die lange zuvor begonnene Landsenkung noch um etwa 240 Meter zunahm, während mit dem Wegfallen des Eisdrucks doch eigentlich eine Erhebung hätte stattfinden müssen. Letztere kam auch, aber sie klappte nach.

Stellen wir uns auf den Boden der Reibischschen Pendulationshypothese, so stimmt die Annahme einer quartären Eiszeit anstatt drei (nach Penck) oder gar sechs (nach Geikie) vortrefflich dazu, besonders da wir nach den Erfahrungen während der historischen Zeit doch annehmen müssen, daß sich diese Erdschwankungen sehr langsam in gewaltigen Zeiträumen vollziehen. Die ihrer Ursache nach rätselhaften Hebungen (zu Beginn und während der Eiszeit) und Senkungen des Bodens (gegen das Ende und nach der Eiszeit) verwandeln sich uns in ein durch polwärts gerichtete Pendulation verursachtes Emporsteigen des Landes aus der Meeresbedeckung und ein später durch äquatoriale Schwankung hervorgebrachtes allmähliches Untertauchen der Kontinente. Damit steht in völligem Einklang, wenn namentlich amerikanische Geologen behaupten, daß der Verlauf der Vereisung in Europa und Nordamerika möglicherweise nicht gleichzeitig stattfand. Nach der gegenseitigen Lage beider Erdteile muß eine Pendelbewegung, welche Europa von der Vereisung befreit, das nordwestliche Nordamerika dem Pol näherbringen und einer Eiszeit entgegenführen. Einer der wichtigsten Einwände gegen die örtlichen Hebungen und Senkungen als Ursachen der Vereisung und Enteisung wird aus dem Umstande abgeleitet, daß die ehemalige Vergletscherung mancher isolierter Hochgebirge in den Tropen und den ihnen benachbarten Gegenden eine zeitweilige allgemeine Temperaturerniedrigung auf der ganzen Erde anzeige. Auch diesen Umstand erklärt, wie schon im I. Jahrgange dargelegt ist, die polare Pendulation vollkommen. Sie würde den Kilimandscharo z. B. ungefähr in die Gegend des armenischen Hochlandes oder des Kaukasus versetzen, eine nördliche

[1]) Neues Jahrbuch für Mineralogie, Beilagenband XVI, S. 1—98, Stuttgart 1902.

Lage, die durchaus genügt, seine Gletscher um 1000 Meter tiefer gelangen zu lassen.

Was fängt Professor Geinitz nun mit den Zwischeneiszeiten oder Interglazialperioden an, deren seine Gegner zwei bis fünf annehmen. Die Tatsachen, welche für eisfreie Zeiträume sprechen, sind vorhanden. Er behauptet jedoch, daß es sich dabei niemals um einen völligen Rückzug des Inlandeises auf sein Ursprungsgebiet, sondern nur um ein Oszillieren, ein Hin- und Widerschwanken der am weitesten südwärts vorgeschobenen Eisränder gehandelt habe. Danach darf man also auch von interglazialen Faunen oder Floren nicht mehr sprechen. Die von vielen Fundstellen bekannte hochnordische Flora denkt Geinitz sich auf die unmittelbare Nähe des Eisrandes beschränkt, der ja im Laufe der Zeit vorübergehend an jeder Stelle des großen Glazialgebietes einmal gelegen hat. In einigem Abstande davon folgten die Schützlinge eines milderen Klimas, das vielleicht niemals vollständig aus der Umgebung der großen Eisgebiete verbannt war. Zeigen uns doch überdies die Berichte vom Malaspina-Eisfeld in Alaska, daß der schuttbehäufte Saum eines 1000 Fuß dicken Landeises von überaus üppiger Vegetation, ja von einem förmlichen Urwald bekleidet sein kann, in welchem Pappeln, Erlen und meterdicke Föhren sich aus dichtem Unterholz und feuchten Farnwucherungen erheben. Danach läßt sich schließen, daß auch die großen Säugetiere, Mammut, Nashörner, Pferde, Hirsche, deren Reste wir zahlreich in den nordischen Kiesen finden, während der Eiszeit in den Randgebieten ausreichende Nahrung fanden. v. Tolls Beobachtungen über das sibirische Steineis lehren, daß eine reiche Konchylienfauna (Schnecken und Muscheln) selbst in Teichen und Flüssen zu leben vermag, die in die Lehmrinde von totem Gletschereis eingebettet sind; wieviel besser also in unseren Gletscherseen, die zwischen den vorgeschobenen Zungen des Inlandeises lagen. Geinitz betrachtet geradezu die arktischen Formen der quartären Tier- und Pflanzenwelt nur als Eindringlinge, die gemäßigten aber als allzeit heimatberechtigte Bewohner. Wenn während der sogenannten Zwischeneiszeiten wirklich alles Land bis zu den skandinavischen Hochgebirgen eisfrei geworden wäre, so müßten auch weiter nach Norden zahlreiche Funde der „interglazialen" Flora und Fauna gemacht werden. In Skandinavien aber fehlen sie völlig, in Südschweden sind sie zweifelhaft und hervorragend zahlreich treten sie nur in den südlichen Grenzgebieten des Inlandeis-Bezirkes auf.

Manches, was durch die bisherige Theorie mehrfach wiederholter quartärer Eiszeiten mit entsprechenden Interglazialepochen gut und ausreichend erklärt schien, läßt sich augenblicklich durch Geinitz' Annahme einer einzigen quartären Vereisung noch nicht so vorteilhaft erklären. In den großen Rahmen der einheitlichen Entwicklung der Erdrinde fügt letztere sich aber leichter als ihre auch erst ein Vierteljahrhundert alte Vorgängerin.

Nicht nüchterne Wissenschaft, sondern kühnste, mit Waffen aller möglichen Arsenale gerüstete Phantasie bietet A. Zöppritz in seiner schon genannten Schrift „Gedanken über die Eiszeiten, ihre Ursache, ihre Folgen und ihre Begleiterscheinungen" zur Erklärung der Eiszeiten auf. Er kehrt von rein irdischen Ursachen zur kosmischen Hypothese zurück, welche den Zusammenhang und die Stellung der Erde im Planetensystem ins Auge faßt. Er verlegt die erste Eiszeit in die Steinkohlenperiode. Auf der Erde hatte sich schon in einer mit Kohlensäure gesättigten Atmosphäre eine riesige Pflanzenwelt entwickelt und in den Gewässern und Sümpfen hausten gewaltige Saurier und Getier, von welchem diese lebten. Da trennte sich ein weiterer Teil des Sonnenkörpers von diesem, der heutige Planet Venus. Damit erlitt die bisherige Anziehungskraft der Sonne eine plötzliche Unterbrechung und dauernde Schwächung: die schon gebildeten Planeten flogen eine Strecke weiter in den Weltraum hinaus und damit trat für die Erde die erste Eiszeit ein. Ob es zu einer eigentlichen Vereisung weiter Landstrecken kam, ist schwer zu sagen. Sicher aber fand der Untergang des Riesen-Sauriergeschlechtes und eine Zerstörung der ausgedehnten vorjetztzeitlichen Urwälder statt; letztere lieferten das Material der Steinkohlenlager und des Petroleums.

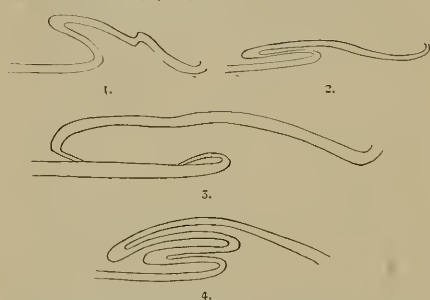
Nun folgt eine ebenso abenteuerliche wie interessante Idee. Die Existenz lungenatmender Tiere und so riesiger Säuger, wie sie vor der zweiten (letzten) Eiszeit die Erde bevölkerten, war nur denkbar, nachdem die an Kohlensäure überreiche Atmosphäre einer anderen, sauerstoffreichen Platz gemacht. Auch das deutet auf eine jäh hereingebrochene Katastrophe, bei der die plötzlich in den Weltraum hinausfliegende Erde ihre dichte Dunsthülle zum Teil an dem alten Platze zurückließ. Dieser zurückgebliebene Dunstball, der uns noch jetzt anzeigen würde, wo die Erde vor der letzten Eiszeit ungefähr ihren letzten Kreislauf machte, ist nach Zöppritz tatsächlich vorhanden und von dem 1893 gestorbenen Chemiker und Amateur-Astrophysiker Martin Ziegler entdeckt worden. Er kreist zwischen Venus und Sonne um letztere, und zwar genau auf der Ebene der Erdbahn in 200 Tagen und ungefähr 6 Stunden. Seine Anwesenheit verrät dieser „Astralleib" der Erde, wie wir ihn in Anlehnung an die spiritistische Ausdrucksweise nennen können, durch Od-Ausströmungen, die uns seit Entdeckung der Röntgen- und zahlreicher anderer geheimnisvoller Strahlen jetzt nicht mehr so unwahrscheinlich vorkommen wie zu Reichenbachs, ihres Entdeckers, Zeiten. Ziegler fing diese, wie auch die Od-Emanationen der Sonne und anderer Gestirne, mittels einer durch Bleiweiß getrübten Glaslinse, später einer Eisenlinse auf und empfand sie im Sammelpunkt, der in doppelter Entfernung des gewöhnlichen Brennpunktes erschien, durch einfaches Hinhalten des Zeigefingers. Weist der Apparat nicht genau auf Sonne, Mond oder sonst ein Gestirn, so macht sich keinerlei Empfindung bemerklich, wie lange man auch den Finger im odischen Brennpunkt halten mag. Nicht nur Ziegler, sondern auch andere wollen die odischen Einwirkungen des Dunstballs empfunden haben, und Dr. med. Dierkes schrieb am 8. März 1903 an Zöppritz: „Ich gebe

Ihnen gern die Erlaubnis, die Tatsache zu veröffentlichen, daß ich die Od-Strahlen jenes Sterngebildes (des Dunstballs der Erde) so deutlich gefühlt habe, daß Ihre bloße Erinnerung an dieselbe mir heute eine ‚Gänsehaut' auf dem Rücken brachte." Und dennoch: „lögenhaft to vertelln", würde Fritz Reuters Verdikt lauten.

Wie die Abschleuderung der Venus die erste Eiszeit hervorrief, so war die zweite, jüngste Glazialepoche eine Folge der Abtrennung des Merkurkörpers von der Sonne. Eine abermalige völlige Vernichtung des Lebens auf der Erde war die Folge. — Daß wir mit diesen und vielen anderen Schlüssen, die Zöppritz zum großen Teil im Anschlusse an die vielfach veralteten Lehren von Spiller und Agassiz zieht, nicht einverstanden sein können, tut dem Werte seines Buches als einer interessanten und gedankenreichen, auch zum Denken anregenden Lektüre keinen Abbruch.

Das Mienenspiel des Erdantlitzes.

Sie wackelt nicht nur mit dem Kopfe, die gute alte Mutter Erde, sie schneidet auch die wunderlichsten Grimassen, und ein Ben Akiba, der sie aus Mars- oder Mondferne in Abständen von je hunderttausend Jahren betrachtete, würde sein bekanntes Sprüchlein diesmal für sich behalten. Der Mensch freilich, dieser an der Scholle klebende Erdenwurm, dem solche Aussichtspunkte nicht zu Gebote stehen, enträtselt dieses Mienenspiel nur sehr allmählich und unvollkommen, und wie die Veränderung der Züge im einzelnen zu stande kommt, das zu deuten will sehr häufig noch gar nicht glücken.



Schematische Darstellung von Faltenbildungen.
1. überkippte, natürlich durch einen die Lücken ausfüllenden Mantel von anderer Gesteinsart gestützte Falte. 2. liegende, 3. überschobene, 4. durch nochmalige Faltung des oberen Schenkels verdoppelte liegende Falte.

Wie ist es z. B. zu erklären, wenn wir ältere geologische Schichten über jüngeren liegend finden? oder wenn wir zwei-, ja dreimal übereinander dieselbe Schichtenfolge wiederkehren sehen? Diese Fragen versucht an dem Aufbau der Alpen der französische Geologe Lugeon auf Grund eingehender Betrachtung der französischen und Schweizer Alpen zu lösen.[1])

[1]) Bull. Soc. Géol. France 1901, S. 723. Referat in Naturwissenschaftliche Wochenschrift 1903 (Bd. II), Nr. 45.

Lugeon betrachtet zunächst die Voralpen, jenes den Ketten der eigentlichen Hochalpen im Norden vorgelagerte Bergland zwischen Arve, Rhone und Aare. Dieses ganze Gebirgsland wurzelt nicht in seinem Untergrunde, sondern es ist diesem aufgesetzt. An seinem Nordrande z. B. lagert es mit mesozoischen Schichten (3. Zeitalter der Erde) auf dem tertiären Molasseland (4. Zeitalter), während im Süden die Ketten der Hochalpen (1. Zeitalter) unter ihm verschwinden. Als Fortsetzung der Voralpen sind die sogenannten „Klippen" anzusehen, z. B. die jedem Leser wenigstens aus Schillers „Tell" bekannte Mythen, jener Berg, den man von Brunnen am Vierwaldstätter See oder von Art-Goldau aus steil und fremdartig aufragen sieht. Dieser ganze Berg, dessen Schichten eine weit und breit sonst nicht vorhandene Ausbildungsweise oder „Fazies" zeigen, ist auf den tertiären, also jüngeren Flysch aufgesetzt (sandstein- und schieferartige, im seichten Wasser nahe der Küste entstandene Ablagerungen). Solche Klippen sind die Reste großer Schollen, die von weit her, Lugeon meint von Süden, andere von Norden her, auf ihre jetzige Stelle geschoben sind.

In den Hoch- oder Zentralalpen nun sehen wir, durch Verwitterung und Wegschleifen der am meisten ausgesetzten Teile sichtbar gemacht, gewaltige liegende Falten, welche den Schlüssel zu jenen Verschiebungen liefern. Nach Annahme der meisten Geologen wird die Erdrinde beim Zusammenziehen des Erdkerns, wie der zunehmende Wärmeverlust es bedingt, durch den Seitendruck ihrer nicht gleichartigen Bestandteile in Falten gelegt, etwa so wie sich eine Lage Tischtücher, die wir von rechts und links zwischen zwei Brettern zusammenschieben, in wellenförmige Falten legt. Erfolgt dieser Schub gegen einen Teil der Erdrinde nur von einer Seite her, so können die Falten, in welche seine Sedimentdecke sich dabei legt, überkippen und zu liegenden Falten werden. Dauert der Schub an, so kann die Falte über die Unterlage nach vorn noch weiter hinüber geschoben werden. Legt sich dabei der oben liegende Faltenschenkel auch in Falten und kippen auch diese über und werden zu liegenden Falten, so erhalten wir zwei und mehr solcher Falten übereinander.

Derartige Vorgänge sind nun nach Lugeon vielfach aus dem Antlitz der Hochalpen herauszulesen. So lagern z. B. östlich der Rhone übereinander drei große liegende Falten, von denen jede weiter im Süden als die unter ihr liegende entspringt und weiter nach Norden vorgeschoben ist als diese (Nappe de Morcles, Nappe des Diablerets, Nappe du Mont Gond-Wildhorn). Natürlich hat die Abnagung (Erosion) diese Falten zum Teil wieder abgetragen, besonders an allen hochgelegenen Punkten. Die mittlere dieser drei Falten hat sich in die Voralpen eingepreßt wie eine Pflugschar und große Störungen in ihnen hinterlassen.

Ein in geologischen Kreisen wohlbekanntes und oft erörtertes Beispiel solcher Faltung ist die sogenannte „Glarner Doppelfalte", nach Ansicht des Geologen Heim dadurch entstanden, daß sich zwei liegende Falten, die eine von Süden, die andere von Norden her, gegeneinander bewegt haben.

Dagegen kommt Lugeon zu der Ansicht, daß es sich in Wirklichkeit nur um eine von Süden her gekommene Scholle handelt, auf deren oberem Schenkel sich eine neue liegende Falte gebildet hat. Durch Erosion, die an allen höher gelegenen Punkten die Schollen abträgt und dadurch zerstückelt, wurde der Zusammenhang des vorderen Teiles der oberen Scholle mit ihrer Wurzel meist zerstört und Heims nun von ihm selbst zurückgenommene Theorie hervorgerufen. Manche Schollen sind von der Südseite, also von der Innenseite des heutigen Alpenbogens her bis an den Nordrand der Alpen vorgeschoben worden. Dieser weite Transport wäre ungeheuerlich, wenn das Gebirge damals schon seine jetzige Höhe gehabt hätte; doch hat das Alpenland diese wohl erst später durch Aufpressung erhalten. Das Drängen und Schieben aus Süden begann wahrscheinlich zur älteren Tertiärzeit, im Oligozän, und setzte sich dann im mittleren Tertiär fort; dabei nahmen die jüngeren Falten Stücke der auf oder vor ihnen lagernden, zuerst überschobenen Schollen noch wieder mit, so daß diese oberen Schollen der Voralpen erst in der Miozänzeit zur Ruhe gelangten.

Ob sich sämtliche Beobachtungen im Bau der Alpen durch die Annahme eines von Süden her drängenden Schubes werden erklären lassen, muß die Zukunft lehren. Lugeon selbst hält seine Darstellung noch für eine vorläufige.

„Verdroncken Land" liest man nicht selten auf alten Karten, deren Zeichner bisweilen selbst Zeitgenossen solchen Ertrinkens großer Küstenstrecken und Inselstücke gewesen sind. Weit größere Gebiete ertrunkenen Landes sieht — allerdings nur mit geistigem Auge — der Geologe unter dem Meeresspiegel liegen und ein besonderes Interesse erweckt einerseits der südlich von Asien als Urheimat des Menschen vermutete Kontinent „Lemuria", anderseits die Amerika mit der alten Welt verknüpfende „Atlantis".

Die Wahrscheinlichkeit einer ehemaligen Landverbindung zwischen Afrika und Europa einerseits, Südamerika anderseits hat R. F. Scharff[1]) erörtert. Er kommt zu dem Schlusse, daß Madeira und die Azoren bis zur Miozänperiode mit Portugal zusammenhingen und daß sich von Marokko über die Kanarischen Inseln bis nach Südamerika ein fester Kontinent erstreckte, dessen Südende bis St. Helena reichte. Diese Landmasse, die wahrscheinlich schon zur Sekundärzeit bestand, begann bei Beginn des Tertiär unter den Wogen zu verschwinden und nur ihr nördlicher Abschnitt hielt sich bis zum Miozän. Dann aber vereinigten sich die vorher durch diese „Atlantis" getrennten Hälften des jetzigen Atlantischen Ozeans und damit wurden auch die Azoren und Madeira von Europa losgelöst. Die zahlreichen Einwände, welche gegen die Existenz der Atlantis gemacht sind, widerlegt Scharff größtenteils treffend, so unter anderem den Einwand, daß die atlantischen Inseln, weil eben immer Inseln gewesen, niemals eingeborene, sondern nur vom Menschen eingeführte Landsäugetiere besessen hätten. Er weist nach, daß die Azoren, die „Habichtsinseln", ihren Entdeckernamen den zahlreich vorhandenen Mäusebussarden verdanken, also auch Mäuse besaßen, und daß die Insel Flores schon auf einer italienischen Karte von 1385 das „Kanincheneiland" heißt.

[1]) Einige Betrachtungen über das Atlantis-Problem (Proceed. of the R. Irish Acad., Bd. 24 B, 1903).

Aus jahrzehntelangem Studium der geologischen Verhältnisse Ostasiens hat Freiherr v. Richthofen die Überzeugung geschöpft, daß wir auch hier zur Erklärung der Gestaltung Asiens, soweit es an den Großen und an den Indischen Ozean grenzt, gewaltige Senkungen unter dem Meeresspiegel annehmen müssen.[1]) Ziemlich gleichzeitig hat Ed. Süß im 3. Bande seines Monumentalwerkes „Das Antlitz der Erde"[2]) auf Grund der neueren russischen Forschungen im Innern Asiens ein Bild von dem Aufbau der ganzen großen nordöstlichen Festlandsmasse zu geben versucht, ein Versuch, der zwar noch viel Hypothese enthält, aber durch seine Überfülle neuer Tatsachen und Ideen jahrzehntelang einen Leitstern für die Weiterentwicklung unserer Anschauungen über die Gestaltung der Erdrinde bilden wird.

Legt man eine Karte Asiens vor sich hin, so erblickt man in der Vertikalgliederung dieses Erdteils im Osten überall Bogenstücke; Ost- und Südostasien schneiden in mehreren großen Bogen gegen das stille Weltmeer hin ab und dieselbe Neigung, nach auswärts gekrümmte (konvexe) Bogen zu bilden, zeigen auch viele der großen Gebirgszüge Ostasiens vom hohen Norden herab bis zur Küste Hinterindiens. Selbst in den Ostasien vorgelagerten Inselreihen zeigt sich diese bogenförmige Anordnung in mehreren Wiederholungen: die Aleuten, die Kurilen, die japanischen Inseln und die Riukiu-Gruppe, weiter südlich die Philippinen und die Großen Sundainseln. So wird also das östliche Asien vom Südrande von Jünnan bis zur Tschuktschen-Halbinsel, durch 44 Breitengrade, von zusammenhängenden, nach Richtung, Form und innerem Aufbau ähnlichen bogenförmigen Abfällen von Landstaffeln durchzogen, welche sich zu einer einzigen, mehrfach gebrochenen Linie aneinanderschließen. Überall steht der östliche, dem Pazifik zugewandte Erdrindenteil tiefer als der westliche, gegen den er in allen Fällen „abgesunken" ist. Wann dies geschehen, läßt sich nach Professor v. Richthofen schwer beurteilen, da Meeresablagerungen aus jüngerer Zeit als der Trias (Buntsandstein, Muschelkalk, Keuper) fehlen. Ostwärts von den Landstaffeln liegen auf dem Boden des Meeres weitere vom Ostrande Asiens niedergebrochene Erdrindenstücke, deren äußerste Ränder die ozeanische Grenze Ostasiens bilden.

Die gemeinsame Ursache für dieses staffelförmige Absteigen der Festlandmasse des östlichen Asiens sucht Professor v. Richthofen in dem Zusammenwirken oder der Verknüpfung von zwei Systemen zerrender Kräfte, von denen eines ostwärts, das andere südwärts gerichtet ist. Als Beweggrund für die Erregung der ostwärts gerichteten Zerrung

[1]) Sitzungsberichte der Preußischen Akademie der Wissenschaft 1900, 1901, 1902. Gaea 1903, Heft 3.
[2]) Das Antlitz der Erde, 3. Band, 1. Hälfte. Prag, Wien und Leipzig 1901.

sieht er die in langen Perioden fortschreitende Vertiefung des Pazifischen Ozeanbeckens am Rande des Kontinentalmassivs an. Schon vor Jahrzehnten stellte der Geologe Dana eine Senkung des Pazifischen Gebietes fest, deren Achse fast senkrecht zur Ostküste Asiens von der Nordspitze Nipons bis zum Kap Hoorn verlaufen soll.

„Zwischen dem Festlande," schreibt v. Richthofen, „welches der Zerrung in der Form groß angelegter Staffelsenkung und reichlicher Öffnung von Ausflußkanälen für Tiefengesteine nachgegeben hat, und jenen Ozeantiefen liegt ein breiter Raum. In ihm ist gegen den Rand der Tiefe hin diejenige Zone zu suchen, wo durch Auswärtsdrängen des Kontinentalmassivs und dessen Überwallen über den dadurch passiv weiter gesenkten Ozeanboden der wachsende Massendefekt des Festlandes durch wachsende Massenanhäufung im äußersten Randgebiete oder durch räumliche Erweiterung dort, durch räumliches Zusammendrängen hier kompensiert (aufgewogen) wird und wo mit großen Überschiebungen verbundene faltige Stauung erwartet werden darf. Die ostasiatischen Inselkränze erscheinen als die Krönung der durch solche überwallende Stauungen emporgewölbten äußersten Randgebiete des Kontinentalmassivs. Aber selbst sie tragen den Charakter der Innenseiten von Faltungsgebirgen; die gefalteten Außenzonen werden erst an den Abfällen gegen die ozeanischen Tiefen hin zu suchen sein. Die Existenz anderer, noch ferner liegender, nur in kleinen Inselspitzen aufragender, sonst noch unter der Meeresfläche verborgener Bogen, wie sie auf bathymetrischen (Tiefenmessungs-) Karten hervortreten, läßt darauf schließen, daß die gleiche Tendenz in diesem Teile der Erdrinde seit frühesten Zeiten wirksam gewesen ist."

Ein uns ebenso befriedigendes Motiv für die äquatorwärts gerichtete Zerrung und Bewegung großer Erdrindenteile in Asien, vom Kwenlun-Tsinling an, vermag v. Richthofen nicht zu geben. Südsüdöstlich von Formosa beginnt eine andere, weit mehr zusammengesetzte Reihe von Inselbogen, die ganz Indonesien umfaßt. Einige sind auf der Karte deutlich zu erkennen, andere, wie der die Bandasee im Osten umfassende Doppelbogen, sind erst durch die fortschreitende Forschung allmählich festgestellt. Diese Bogen erreichen ihr insulares Ende erst im Golf von Bengalen, in den Nikobaren und Andamanen, und greifen hier wieder in den festländischen Bau hinüber, in dem sie noch weithin ihre Fortsetzung finden.

Auch Ed. Süß, der die Oberfläche ganz Asiens in Betrachtung zieht, geht von diesen den Blick fesselnden Bogenbildungen aus. Er findet, daß diese Bogen, so verschieden sie auch sein mögen, doch sichtlich harmonisch, d. h. nach einem einheitlich die Gesamtheit beherrschenden Plane gelagert sind, welcher das Dasein eines gemeinsamen Scheitels im Innern des ganzen Aufbaues vermuten läßt. Dieser einheitliche Scheitel liegt in der Nähe eines bogenförmig geordneten Bruches, welcher wie ein Amphitheater die Gegend von Irkutsk umgibt. Nahe dem Ostrande dieses Amphitheaters liegt der Baikalsee. „Könnte man das Meer entfernen, so würden diese aus großen Tiefen aufsteigenden Inselbogen alle als gewaltige Gebirgsketten erscheinen. Bogen reiht sich an Bogen. Man kennt gegen den Ozean hin keine Grenze der wunderbaren bogen-gebärenden Macht, welche vom eurasiatischen Scheitel ausgeht." (Eurasien = Europa und Asien als ein Kontinent.)

Ein Eingehen auf irgend welche Einzelheiten der gewaltigen Arbeit von Süß verbietet der Raum. Hier sei nur kurz seine interessante Ansicht über die Entstehung des heutigen Asien wiedergegeben. Seit dem Ende der Steinkohlenzeit bildete ein Teil des mittleren Afrika, Madagaskar und das Inselland der Indischen Halbinsel ein zusammenhängendes Festland, das Süß als Godwanaland bezeichnet (etwa Häckels Lemuria). Es war im Norden durch Meere und Buchten begrenzt, die sich von Sumatra und Timor über Tonkin, Jünnan zum Himalaja, Pamir, Hindukusch und Kleinasien erstreckten und einen Teil des zentralen Mittelmeeres bildeten, welches quer über dem heutigen Asien lag und auch das heutige europäische Mittelmeer einschloß. Nördlich von dieser „Tethys", wie Süß dieses Mittelmeer nennt, lag zur mesozoischen Zeit ein zweites großes Festland, Teile Chinas, der Mongolei und Sibiriens umfassend; Süß nennt es nach der unweit seiner Mitte gelegenen Angara, einem Nebenfluß des Jenissei, das Angarafestland. Mit dem Verschwinden des Tethysmeeres vollzog sich durch Vereinigung des Angarafestlandes mit dem indischen Bruchstück des Godwana-Kontinents die Bildung des heutigen Asien.

Im Vorwort zur Übersetzung der beiden ersten Bände des Süßschen Riesenwerkes nannte der französische hervorragende Geologe E. de Margerie „Das Antlitz der Erde" das Ende des ersten Tages, desjenigen, an dem es Licht ward. Die helle Sonne der Erkenntnis leuchtet also in der Geologie noch lange nicht und deshalb ist es erklärlich, daß anscheinend ganz sichere Ergebnisse der Forschung oft schon nach wenigen Jahrzehnten bei abermaliger Revision der Tatsachen nicht für richtig befunden werden. So galt lange Zeit die sogenannte Wallacesche Linie, welche östlich von Java zwischen den kleinen Inseln Bali und Lombok verläuft, als Trennungslinie zwischen der asiatischen und der australischen Tierwelt, und wichtige geologische Schlüsse wurden darauf aufgebaut. Jetzt beweist Max Weber in einer umfangreichen Arbeit, daß diese Annahme falsch und die Wallacesche Linie für die Tiergeographie ganz bedeutungslos ist. Danach verlief die Entstehung der indisch-australischen Inselwelt folgendermaßen:[1])

Zur Jurazeit war das ganze Inselgebiet von einem ausgedehnten, tiefen Meere bedeckt, wahrscheinlich einem Gliede des oben erwähnten großen eurasiatischen Mittelmeeres, der Tethys. Dann begann während der Kreidezeit das Land sich über den

[1]) Der Indo-australische Archipel und die Geschichte seiner Tierwelt. Jena 1902.

Meeresspiegel zu erheben, zum Teil unter dem Einflusse gewaltiger vulkanischer Erscheinungen, die, an Stärke zunehmend, während der ganzen Tertiärzeit fortdauerten. Zugleich bildeten sich die noch heute für den südostasiatischen Archipel charakteristischen tiefen Einsturzbecken. Die drei Großen Sundainseln Sumatra, Java und Borneo, auf einem gemeinsamen unterseeischen Sockel von kaum 100 Meter Tiefe gelegen, standen ursprünglich mit dem Festlande von Asien in zusammenhängender Verbindung. Von ihren 176 Säugetieren kommen 68 in denselben Formen auf dem benachbarten Festlande vor und die übrigen sind größtenteils durch nahe verwandte Arten vertreten; ein ähnliches Verhältnis besteht hinsichtlich der Reptilien und Süßwasserfische. Der Zusammenschluß der Großen Sundainseln mag im Miozän, der mittleren Tertiärzeit, welche überhaupt die heutigen Kontinente sich bilden sah, erfolgt sein, ebenso ihre Verbindung mit Südostasien. Die asiatische Tierwelt, welche vom Festlande her einwanderte, verteilte sich nordwärts über Borneo auf die Palawaninseln, ostwärts über Java auf die Kleinen Sundainseln und gelangte auch nach Celebes hinüber, wo sie sich mit australischen Formen berührt. Östlich von Celebes nehmen letztere an Zahl rasch zu; an Beuteltieren, die für Australien so hochcharakteristisch sind, besitzt z. B. Celebes nur 2, die Aruinseln 8—9, Neuguinea bereits 39 Arten. Java scheint sich zuerst vom Festlande gelöst zu haben, blieb aber länger mit Sumatra in Zusammenhang als mit Borneo; zuletzt erst trennte sich Sumatra von Hinterindien. Diese Trennungen mögen sich gegen Ende der Tertiärzeit, im spätesten Pliozän (Pleistozän), vollzogen haben.

Neuguinea, die Aru- und Keiinseln bildeten mit Australien in tertiärer Zeit gleichfalls eine zusammenhängende Landmasse, der sich weiter westwärts zeitweise einzelne der Molukken angliederten; die ersteren blieben am längsten mit dem australischen Festlande verbunden, sind deshalb auch jetzt noch als ein Bestandteil der australischen Region anzusehen. Die letzteren mit Ceram lösten sich schon früher los und stellen bis heute ein Übergangsgebiet nach Asien hin dar.

So begegnet uns auch hier dieses rätselhafte Versteckspiel, dieses Auftauchen, Verschwinden, Wiedererscheinen der Landmassen, für das bisher nur die Pendulationshypothese von Reibisch-Simroth eine annehmbare Erklärung bietet.

Energien und Stoffe.

(Physik und Chemie.)

Immer noch neue Strahlen. * Die Radioaktivität. * Die Natur der Elemente. * Alte und moderne Goldmacher. * Der Kampf um den Nullpunkt. * Die unsichtbare Welt. * Elektrische, akustische und optische Probleme. * Mineralogisches.

Immer noch neue Strahlen.

Als im Jahre 1895 Professor Röntgen seine aufsehenerregende Entdeckung einer neuen Art strahlender Energie veröffentlichte, kannte man vier Gattungen von dem Lichte nahe verwandten Wellen. Ursprünglich verstand man unter Licht nur jene Wellenbewegungen, welche, auf die Netzhaut des Auges wirkend, Gesichtseindrücke hervorzurufen im stande sind; ihre Wellenlänge liegt etwa zwischen 0·004 und 0·007 Millimeter. Später fand man, daß auf photographische Platten noch Wellen von bedeutend kleinerer Länge wirken. Diese bezeichnete man, da sie im Lichtspektrum noch über das violette Ende hinaus liegen, als ultraviolettes Licht. Jenseits des roten Lichtes machten sich ebenfalls Wellen, und zwar solche von beträchtlich größerer Wellenlänge, bemerkbar, namentlich durch ihre Wärmewirkung; auch die photographische Platte wurde von ihnen beeinflußt, wenn der Gelatine Stoffe beigemischt waren, welche durch diese ultraroten Wellen zur Fluoreszenz angeregt werden. Sowohl die gewöhnlichen Lichtstrahlen wie das ultraviolette und ultrarote Licht zeigen transversale (senkrecht zur Fortpflanzungsrichtung stehende) Wellen und besitzen im wesentlichen die gleichen Eigenschaften, nur werden sie gemäß ihrer größeren oder geringeren Wellenlänge verschieden stark gebrochen, gebeugt und absorbiert.

Eine dritte Erweiterung unseres Wissens von der strahlenden Energie brachte die Entdeckung der Hertzschen Wellen, welche durch elektrische Funken erregt werden und in ihrer Wellenlänge von einigen Zentimetern bis zu mehreren Metern wechseln können. Auch ihre Beschaffenheit gleicht ganz der der Lichtwellen, sie sind transversal, können gebrochen, reflektiert, gebeugt, polarisiert werden. Daß sie durch viele vollkommen undurchsichtige Körper wie Papier, Holz, Mauern hindurchgehen können, beruht wahrscheinlich auf ihrer großen Wellenlänge; nur vor Metallen machen sie Halt. Da die Hertzschen Wellen gleiche Geschwindigkeit wie die drei vorhergehenden Lichtarten besitzen, so hält man sie alle vier für gleichartige Transversalwellen eines und desselben Mediums, des Lichtäthers, welche sich nur durch die Größe der Wellenlänge unterscheiden.

Die vierte Art von Strahlen, die in luftentleerten Glasröhren mit Hilfe des Induktionsstroms hergestellten, von der Kathode — dem negativen Pol — ausgehenden Kathodenstrahlen, zeigt schon beträchtlichere Unterschiede von den bisher genannten (s. Jahrbuch I, S. 84). Sie bilden den Ausgangspunkt der von Professor

Röntgen entdeckten X- oder Röntgenstrahlen, deren Eigentümlichkeit jüngst wieder von mehreren Physikern untersucht worden ist. R. Blondlot stellte fest, daß die Geschwindigkeit der X-Strahlen gleich derjenigen Hertzscher Wellen oder der des Lichtes in der Luft ist. Letztere beträgt, wie nun auf Grund der gesamten Messungen der Nizzaer Sternwarte endgültig festgestellt ist, 299.880 Kilometer in der Sekunde, mit einer Fehlergrenze von nicht mehr als 50 Kilometer (hinsichtlich dieser Versuche s. Jahrbuch I, S. 74).

Für die Erklärung der Röntgenstrahlen haben Wiechert und Stokes folgende Hypothese aufgestellt: Die Röntgenstrahlen bestehen in einer Folge unabhängiger Pulsationen, die von den Punkten ausgehen, wo die von der Kathode ausgesandten Teilchen die Antikathode[1]) treffen, und beginnen in dem Moment des Aufpralleus. Diese Pulsationen sind transversal und breiten sich im Äther wie Lichtwellen und mit Lichtgeschwindigkeit aus. Was die Röntgenstrahlen von spektraler Strahlung unterscheidet, ist der Umstand, daß sie nicht in kontinuierlichen Vibrationen des Äthers, sondern in getrennten, außerordentlich kurzen Impulsen bestehen. Diese Hypothese liefert auch die Erklärung für die den X-Strahlen charakteristischen Eigentümlichkeiten, nämlich das Fehlen der Reflexion und Refraktion (der Beugung und Brechung der Strahlen). Den Unterschied zwischen Röntgenstrahlen und Licht können wir uns ungefähr entsprechend dem Unterschiede zwischen Geräusch und Musik, wie solche durch Schallwellen hervorgerufen wird, vorstellen.

Merkwürdige Nachrichten über eine neue, bisher anscheinend unbekannte Art von Strahlung verbreitet der Ingenieur Fr. Rychnowski in Lemberg. Er will Wahrnehmungen gemacht haben, die ihm das Vorkommen eines neuen Stoffes, von ihm Elektroid genannt, bewiesen. Mit der Anlage der elektrischen Beleuchtung im Landtagsgebäude zu Lemberg beschäftigt, bemerkte er bei einem nächtlicherweile vorgenommenen Versuch mit einer von ihm konstruierten Dynamomaschine folgendes: In einem anliegenden, von dem Maschinenraum durch eine meterdicke Mauer getrennten Raume erschienen im Augenblick einer Stromunterbrechung kleine grünlichblaue, leuchtende Kugeln, und nachdem ein Apparat zu raschen Stromunterbrechungen in Tätigkeit gesetzt war, gelang es ihm, eine größere Anzahl dieser selbstleuchtenden, anscheinend materiellen Kugeln zu erzeugen. Nach der Zeitschrift „Der Elektrotechniker" wurden die Experimente mit einem Apparat angestellt, der durch eine Kurbel in Tätigkeit gesetzt wird und nur eine Glasröhre mit zwei Ebonitmündungen erkennen läßt. Eine weitere Beschreibung ist nicht gegeben, angeblich weil der Apparat noch nicht durch ein Patent geschützt sei. Beim Berühren der oberen Mündung fühlt man deutlich einen kühlen Wind, der sich aber objektiv durchaus nicht nachweisen läßt; ebenso ist ein Geruch von Ozon, den man spürt, chemisch nicht festzustellen. Am augenfälligsten sind die Lichterscheinungen. Wenn der Apparat gut in Tätigkeit ist, erkennt man mit freiem Auge eine kleine, grüne, unmittelbar über der Mündungsfläche schwebende Lichtkugel. Photographiert zeigt sie sich als Fleck mit Aureole, jener angeblich rosa, diese grün. Ist der Apparat nicht in vollständiger Arbeit, so erscheint das Licht an der oberen Mündung wie das Strahlenbündel einer Holtzschen Maschine oder des Ruhmkorffschen Funkeninduktors und erinnert dann an elektrische Entladungen an der Kathode, die erfolgen, wenn der Konduktor in eine scharfe Spitze ausläuft.

Die Strahlen des „Elektroid" gehen durch verschiedene Körper hindurch und wirken dennoch auf eine photographische Platte, ähnlich wie die Röntgenstrahlen. Daneben sollen sie eine konservierende und antiseptische (fäulnisverhindernde) Wirkung haben, den Pflanzenwuchs befördern und beim Menschen überraschende Heilwirkungen ergeben.

Zu den Strahlen, über welche hier und im ersten Jahrgang berichtet ist, haben verschiedene Physiker schon wieder neue gesellt, die dem menschlichen Auge unsichtbar sind, aber mittels ihrer Wirkungen sichtbar gemacht werden können. Der französische Physiker R. Blondlot hat unter den Strahlen, die von einem Entladungsrohr (Crookessche Röhre) ausgehen, solche gefunden, die Aluminium, schwarzes Papier, Holz, Metalle durchdringen, durch ein Prisma gebrochen, konzentriert, reflektiert und zerstreut werden und aus letzterem Grunde keine Röntgenstrahlen sein können, da diese weder Reflexion nach Brechung erleiden. Die Wirkung dieser Strahlen wird mit Hilfe eines kleinen elektrischen Funkens sichtbar gemacht, auf den man sie richtet und der, durch sie bestrahlt, viel glänzender wird.

Der Brechungsexponent einiger dieser Strahlen liegt dem der von Rubens in der Ausstrahlung der Auerflamme entdeckten Rubensstrahlen nahe und brachte Blondlot auf den Gedanken, daß sie auch in der Auerflamme vorhanden sein könnten. Er machte folgendes Experiment: Ein Auerbrenner wird in eine Art von Eisenblechlaterne gesetzt, die allseitig so geschlossen ist, daß kein Licht entweichen kann. In Höhe des Glühstrumpfes besitzt die Laterne ein längliches Fensterchen, das durch ein sehr dünnes Aluminiumblatt von etwa 0·1 Millimeter geschlossen ist. Ein Spalt in dem aus Eisenblech bestehenden Zylinder des Auerbrenners läßt die von diesem ausgesandte Strahlung gerade auf das Aluminiumfenster fallen. Außerhalb der Laterne stellt man vor dem Aluminiumfenster eine bikonvexe Quarzlinse auf, deren Brennweite für gelbes Licht 12 Zentimeter beträgt. Hinter dieser Linse befindet sich der kleine elektrische Funke, der von einer außerordentlich schwachen, mit sehr regelmäßig arbeitendem Unterbrecher ausgerüsteten Induktionsspule erzeugt wird. Wenn die Entfernung zwischen Linse und Spalte 26·5 Zentimeter war, so konnte man mit Hilfe des kleinen Funkens in einer Entfernung von 13·9 Zentimeter einen scharfen Brennpunkt der unsichtbaren Strahlen feststellen. In diesem Brennpunkt nimmt der Funke einen beträchtlich helleren Glanz an als in allen ihm benachbarten Punkten. Das Dazwischenschieben einer Blei- oder Glasplatte von

[1]) Die dem negativen Pol gegenüberliegende Stelle der Glaswand der Röhre.

4 Millimeter Dicke läßt die Wirkung der Strahlen auf den Funken verschwinden. Von einer matten Glasplatte werden diese Strahlen diffus (zerstreut), von einer polierten nach dem Reflexionsgesetz reflektiert.

Mit Ausnahme des Steinsalzes durchdringen diese unsichtbaren Strahlen alle von Blondlot daraufhin untersuchten Stoffe, wenn dieselben unter 3 Millimeter dick sind, z. B. Stanniol-, Kupfer- und Messingblättchen, eine Stahllamelle von 0·05 Millimeter, Silber, ein Heft mit Goldblättchen, eine Glasplatte, Platten von Glimmer, isländischem Doppelspat, Paraffin, Holz, Kautschuk u. s. w. Blondlot stellte im Verlauf dieser Experimente fest, daß es sich um vier Strahlenarten handle, für welche der Brechungsexponent des Quarzes zwischen den Werten zwei und drei liegt. Zum Unterschied von den Rubensstrahlen, mit denen sie nahe verwandt erscheinen, hat er sie als N-Strahlen bezeichnet (nach dem Orte der Untersuchungen: Nancy).

Blondlot hat nach weiteren Quellen für seine Strahlen gesucht. Sie werden von der Flamme eines ringförmigen Gasbrenners (am besten ohne Lampenzylinder), von bis zur Rotglut erhitzten Lamellen von Eisen und Silber, aber nicht von einem Bunsenbrenner ausgesandt. Diese Beobachtungen legen den Gedanken nahe, daß solche N-Strahlen eine sehr allgemeine Erscheinung sind, da sie sich auch in der Ausstrahlung gewöhnlicher Licht- und Wärmequellen finden. Ferner konnte Blondlot die Anwesenheit der Strahlen auch feststellen, wenn er den elektrischen Funken durch eine sehr kleine blaue Flamme ersetzt, die er am Ende einer Röhre mit sehr feiner Spitze erzeugte. Das Ab- und Zunehmen des Leuchtens dieses Flämmchens erlaubte ihm, in den durch eine Quarzlinse gegangenen Strahlen vier Brennpunkte nachzuweisen, und zwar an derselben Stelle, wo der elektrische Funke solche verriet.

Die lichtverstärkende Fähigkeit der N-Strahlen zeigt sich noch in anderer Weise. Sie sind zwar unfähig, in sonst als phosphoreszierend bekannten Körpern Phosphoreszenz zu erregen. Aber wenn ein vorher durch gewöhnliches Licht phosphoreszierend gemachter Körper von N-Strahlen getroffen wird, so nimmt sein Phosphoreszenzlicht beträchtlich an Stärke zu, und diese Wirkung ist von allen, welche die N-Strahlen hervorrufen, am leichtesten nachzuweisen. Sie entspricht der Eigenschaft der von Becquerel entdeckten roten und ultraroten Strahlen und ist auch analog der Wirkung der Wärmestrahlen auf die Phosphoreszenz.

Diese Wirkung der N-Strahlen zur Verstärkung schon eingeleiteter Phosphoreszenz hat nun Blondlot benützt, um ihre Existenz auch in der Sonnenstrahlung nachzuweisen. Das betreffende Experiment ist so einfach, daß der Leser es wiederholen kann.

Ein vollständig geschlossenes und dunkles Zimmer hat ein den Sonnenstrahlen ausgesetztes Fenster, das durch einen 15 Millimeter dicken Laden von Eichenholz geschlossen ist. Im Innern des Zimmers befindet sich, etwa 1 Meter vom Laden entfernt, eine dünnwandige Glasröhre mit phosphoreszierender Substanz, die vorher schwach bestrahlt worden war. Wenn man jetzt eine dünne Bleiplatte oder nur die Hand in den Weg der (unsichtbaren) Strahlen zwischen Fenster und Glasröhre bringt, in ganz beliebiger Entfernung von der letzteren, so sieht man die Phosphoreszenz geringer werden, während sie sich wieder verstärkt, sobald man den Strahlen durch Entfernung des Hindernisses die Bahn frei macht. Wärmestrahlen bringen diese Wirkung nicht hervor, da die Erscheinung nicht verhindert wird, wenn man behufs Ausschluß der Wärme eine 3 Zentimeter dicke Eichenbohle oder Platten von Aluminium oder Karton einschiebt. Dagegen vermindert leichtes Gewölk, das vor der Sonne vorüberzieht, die Wirkung der N-Strahlen beträchtlich und eine dünne Wasserschicht hält sie vollständig auf.

Über die Natur der N-Strahlen gibt Blondlot einiges an. Ihre Verwandtschaft mit Strahlen von großer Wellenlänge scheint ihm sicher zu sein. Schon G. Le Bon hatte vor sieben Jahren gezeigt, daß die Flammen außer der von ihm seither festgestellten radioaktiven Emanation noch Strahlen von sehr großer Wellenlänge aussenden, welche Metalle 2c. durchdringen. Er nannte diese Strahlen „schwarzes Licht" und glaubte sie durch ihre Wirkung auf die photographische Platte nachweisen zu können. Während Blondlot in der Fähigkeit seiner Strahlen, Metalle zu durchdringen, gleichfalls den Unterschied von allen jetzt bekannten Strahlen sieht, hat er eine photographische Wirkung nicht nachweisen können. Es ist ihm sehr wahrscheinlich, daß die N-Strahlen die fünf Strahlenoktaven umfassen, die zwischen den Rubensstrahlen und den elektromagnetischen Strahlen kürzester Wellenlänge liegen.[1])

Die Radioaktivität.

Die Entdeckung Professor Röntgens wirkte wie ein Alarmschuß und versetzte die Geister in fieberhafte Erregung. Das Denken und Experimentieren wurde kühner und neue Ideen fanden den Mut, sich neben und gegen die altgewohnten Anschauungen zu stellen. 1897 zeigten Wiechert und J. J. Thomson, daß wir in den Kathodenstrahlen freie negative Elektronen zu sehen haben, so winzige Körperchen, daß ihre Masse nur ein sehr kleiner Bruchteil des Wasserstoffatoms ist. Ein Jahr zuvor hatte H. Becquerel die Erscheinung der Radioaktivität entdeckt. Er zeigte, daß es Stoffe gibt, welche ohne Energiezufuhr von außen im stande sind, andauernd und spontan (ohne äußere Anregung) Energie in einer neuen, vorläufig rätselhaften Form auszustrahlen. Das Interesse der Physiker an den radioaktiven Substanzen erschöpfte sich zunächst in dem Studium der von ihnen ausgesandten Strahlen, unter denen sich auch Kathodenstrahlen, also freie, schnell bewegte negative Elektronen nachweisen ließen. Auch die Chemie blieb, von der Darstellung radioaktiver Präparate in Anspruch genommen, an der Oberfläche der Erschei-

[1]) Vier Mitteilungen nach Comptes rendus 136 in Physikalische Zeitschrift, IV. Jahrgang 1903, Nr. 22.

nung haften und versuchte sich nicht an der Frage, was denn nun wohl innerhalb der radioaktiven Substanzen vorgehe. Erst kürzlich ist von dem Physiker E. Rutherford und dem Chemiker F. Soddy in Montreal eine ausgedehnte experimentelle Untersuchung über die Ursache und Natur der Radioaktivität erschienen.[1]) Über eine große Anzahl der wichtigeren radioaktiven Erscheinungen ist im ersten Bande des Jahrbuchs (S. 78—82) ausführlich berichtet. Hier wollen wir nun sehen, was Rutherford und Soddy zur Enträtselung dieser geheimnisvollen Energie zu sagen wissen.

Drei Elemente, Uran, Thor und Radium, senden diese eigenartigen Strahlen aus, welche Gase ionisieren, photographische Platten schwärzen und in allen Körpern, mit denen sie in Berührung kommen, Radioaktivität erregen. Nach dem Radium erhielt ja diese merkwürdige Wirkungsweise ihren Namen. Rutherford und Soddy haben sich bei ihren Versuchen besonders des Thors bedient. Ein längere Zeit den Ausströmungen des Thorminerals ausgesetzter Stoff verhält sich so, als ob er mit einer unsichtbaren Schicht eines intensiv radioaktiven Stoffes bedeckt ist. Das Ausstrahlungsvermögen der Thoriumverbindungen — rein sind diese Stoffe wegen ihrer großen Seltenheit kaum zu erlangen — ist unabhängig von der umgebenden Atmosphäre und die durch Thorium erregte Aktivität unabhängig von der Substanz, auf welche die Emanation (Ausströmung) wirkt. Diese Beobachtungen machen es wahrscheinlich, daß die oben genannten Wirkungen durch kleine Mengen besonderer Stoffarten hervorgebracht werden, die radioaktiv sind und von den Thorverbindungen ausgehen.

Um diese neuen Stoffe zu isolieren und ihre chemischen Eigenschaften festzustellen, wurde Thoriumnitrat mit Ammoniak versetzt, worauf Thorhydroxyd ausschied. Filtrierte man dieses ab, so zeigte es nur noch ein sehr geringes Ausstrahlungsvermögen, während die durch das Filter gegangene Flüssigkeit stark radioaktiv war, obwohl sie nur Spuren von Thor enthielt. In dem filtrierten Waschwasser setzt sich beim Abdampfen ein kleiner Rückstand ab, dessen Aktivität etwa 1000mal so stark ist wie die der ursprünglichen Probe Thorerde, während die Radioaktivität der letzteren, wie schon gesagt, stark abgenommen hat. Es ist also eine Trennung des Thors in zwei Bestandteile eingetreten, das Thor (Th) und der unbekannte neue Stoff, das Thor-X (ThX). Im Laufe der Zeit nimmt die Radioaktivität das Thor-X ab, während die des benützten und geschwächten Thors wieder zunimmt. Ersteres erklärt sich aus dem Energiegesetz, da ein fortgesetztes Ausgeben von Energie eine Abnahme derselben zur Folge haben muß, letzteres durch die Annahme, daß aus dem Thorium sich allmählich wieder ThX bildet. In den gewöhnlichen Thorpräparaten erfolgt also der Ersatz der ausgestrahlten Radioaktivität durch anhaltende Neubildung frischen aktiven Materials. Dieselbe Erscheinung haben Crookes und Becquerel an Uransalzen beobachtet, welche sich auf verschiedene Weise in zwei Bestandteile zerlegen ließen: einen schwach radioaktiven (Ur) und einen (UrX enthaltenden) stark radioaktiven Teil.

Uran und Thor sind Elemente, nach der früheren Annahme über die Natur eines Elements also nicht in Unterbestandteile zerlegbar. Wenn die Tatsachen uns nun doch eine solche Zerlegbarkeit anzudeuten scheinen, so müssen wir unsere Anschauungen demgemäß verändern. Zur Erläuterung dessen, was bei radioaktiven Erscheinungen vorgehen mag, führte Dr. J. Stark eine Reihe theoretischer Überlegungen vor, die hier auszugsweise wiedergegeben seien.

Die Physik bedient sich gegenwärtig zur Erklärung einer Reihe von Erscheinungen der Jonisierungshypothese. Nach dieser enthalten die Atome der chemischen Elemente als Bestandteile negative Elektronen. Diese können durch Aufwendung von Energie von ihren Atomen losgetrennt werden, ein Vorgang, den man mit dem Worte „Jonisierung“ bezeichnet; hören die Ursachen der Jonisierung zu wirken auf, so vereinigen sich die freien negativen Elektronen unter Energieentwicklung wieder mit den positiven Restatomen (Vorgang der „Molisierung“). Jonisierung und Molisierung bilden zusammen eine kreisläufige Umwandlung einzelner chemischer Atome; nach der Molisierung besitzen diese denselben Bau und dieselbe Masse wieder wie vor der Jonisierung.

Nun ist sehr wohl denkbar, daß diese Rückverwandlung unterbleibt, daß die Bestandteile (X), in welche das Atom zerfallen ist, nicht wieder zu ihrer alten Anordnung im ursprünglichen Atom A zusammentreten. Wir haben dann nicht eine Kreis-, sondern eine geradläufige Umwandlung chemischer Atome, und eine solche müssen wir bei den radioaktiven Elementen annehmen. Bei der spontanen (freiwillig erfolgenden) Umwandlung chemischer Atome wird gebundene (potentielle) Atomenergie frei und in andere Formen verwandelt, vor allem in elektromagnetische Strahlungsenergie. Die Entwicklung von kinetischer (Bewegungs-) Energie an den elementaren Bestandteilen der sich umwandelnden Atome kann so intensiv werden, daß Elektronen mit großer Geschwindigkeit aus dem Umwandlungsgebiete geschleudert werden, ähnlich wie die Sprengstücke bei einem Explosivgeschoß. Die radioaktiven Elemente besitzen nun die Eigenschaft, spontane Energie auszustrahlen, einige von ihnen senden schnelle negative Elektronen aus. Daß wir in den radioaktiven Stoffen langsam und spontan zerfallende Atome zu suchen haben, wurde schon bald nach Becquerels Entdeckung ausgesprochen.

„Fassen wir“ — sagt Stark — „die chemischen Atome als zusammengesetzte Gebilde auf, schreiben ihnen allen Atomenergie zu und betrachten die Radioaktivität als energetische Erscheinungsform einer geradläufigen Umwandlung, so müssen wir allen chemischen Elementen die Eigenschaft (besser gesagt: die Möglichkeit) der Radioaktivität zugestehen. Indes ist von Element zu Element die Atomenergie verschieden groß und demnach auch die Intensität der radioaktiven Strahlung; außer-

[1]) Philos. Magaz. 4, S. 370 ff. und 569 ff.; Zeitschr. f. physik. Chemie, Bd. 42, S. 81 ff.; Naturw. Rundschau, XVIII. Jahrg., Nr. 1—3 (Dr. J. Stark).

dem ist aber auch die Stabilität (innere Festigkeit) der verschiedenen Elemente verschieden groß; bei dem Atom des einen Elements mag ein geringer Anstoß von außen genügen, um seine Bestandteile in eine Lage zu bringen, in welcher sie sich spontan voneinander trennen und eine neue stabile Gleichgewichtsanordnung aufsuchen, bei einem anderen Element mag die Stabilität oder „Bruchfestigkeit" größer sein. In hervorragendem Grade werden nur einige Elemente radioaktiv sein, ähnlich wie von Felsblöcken, die auf einem Abhang ruhen, nur einige eine so günstige Lage und ein so großes Gewicht besitzen mögen, daß sie durch einen geringfügigen Anstoß ins Rollen kommen und in der Tiefe eine neue Gleichgewichtslage aufsuchen. Die uns bekannten radioaktiven Elemente Radium (225), Thor (232) und Uran (240) haben die größten Atomgewichte, die wir kennen. Sollte dies mehr als Zufall sein? Oder sollte entsprechend ihrem hohen Atomgewichte auch ihre Atomenergie groß und ihre Stabilität klein sein?"

Es läßt sich gegen die Annahme einer geradläufigen Umwandlung chemischer Atome der Einwand erheben: Wenn sich chemische Elemente umwandeln könnten, dann müßte dies in den Jahrtausenden des Erdalters längst geschehen sein. Dieser Einwand ist genau von derselben Art wie der Schluß: Wenn von der Sonne beständig geradläufig Wärme ausgestrahlt wird, so muß sie heute vollständig erkaltet sein, da sie bereits viele Jahrtausende alt ist. Da die Menge der in der menschlichen Zeiteinheit sich wirklich umwandelnden Atome sehr klein ist im Vergleich zu der umwandlungsfähigen Menge, so kann sich der ganze Vorgang auf eine sehr lange Zeit ausdehnen. Übrigens dürfte es nicht bloßer Zufall sein, daß die bis jetzt bekannten radioaktiven Elemente nur in so kleiner Menge auf der Erde vorkommen; andere ihrer Art sind vielleicht bereits in der Tat ausgestorben.

Rutherford und Soddy fassen das Ergebnis ihrer Untersuchungen über radioaktive Vorgänge in folgende Worte:

„Da die Radioaktivität einerseits ein Vorgang am Atom ist, anderseits von chemischen Änderungen begleitet ist, in welchen neue Stoffarten erzeugt werden, so müssen diese Änderungen innerhalb der chemischen Atome sich vollziehen und die radioaktiven Elemente müssen eine spontane Umwandlung eingehen. Radioaktivität kann darum als eine Kundmachung einer subatomischen chemischen Änderung betrachtet werden.

„Die Deutung der obigen Experimente muß daher die sein, daß die Emanation (Ausstrahlung) ein chemisch träges Gas ist, das seiner Natur nach den Gliedern der Argonfamilie verwandt ist. Im Lichte dieser Resultate erhebt sich von selbst die Frage, ob nicht das Vorhandensein des Heliums in Mineralien und sein regelmäßiges gleichzeitiges Vorkommen zusammen mit Uran und Thor in einen Zusammenhang mit deren Radioaktivität zu bringen ist." Wie berechtigt diese Frage ist, wird uns der nächste Abschnitt zeigen.

Physik und Chemie haben von den radioaktiven Stoffen eine ungeheure Erweiterung ihres Gesichtskreises erfahren. An den ablenkbaren Strahlen dieser Substanzen lernen wir so riesige Geschwindigkeiten von materiellen Teilchen kennen, wie man sie kaum zu ahnen wagte; auf die Bestandteile der sich umwandelnden Atome erscheinen Energiemengen konzentriert, wie wir sie selbst mit Hilfe unserer höchsten Temperaturen in kinetischer Form nicht auf Atome oder Moleküle legen können. Die Chemie lernt in den negativen Elektronen Teilchen kennen, deren Masse mehr denn 1000mal kleiner ist als die Masse ihrer kleinsten Atome, und die Stoffmengen, welche bei der Radioaktivität in Wirkung treten, sind unendlich klein im Vergleich mit den Mengen aller bisher bekannten Reaktionen.

Hier mögen nun einige Nachrichten über neue Entdeckungen auf dem Gebiete der Radioaktivität folgen.

Von den neuen Elementen, die man bei der Untersuchung der Becquerelstrahlen gefunden hatte, erschien bisher fast nur das Radium gesichert (Uran und Thor kannte man schon früher). Die anderen Elemente, Polonium, Aktinium, Radioblei u. a. sind sehr angezweifelt worden, und es muß in der Tat sehr schwierig sein, zu einem sicheren Ergebnis zu kommen bei Stoffen, die in so äußerst geringen Mengen vorhanden sind und deren radioaktive Wirkungen auch durch andere, wirklich radioaktive Elemente erregt (induziert) sein können. Des von dem Ehepaar Curie in Paris entdeckten Poloniums hat sich auf dem fünften internationalen Kongreß für angewandte Chemie Professor Marckwald angenommen. Frau Curie hielt das Polonium für dem Wismut nahe verwandt und andere Forscher meinten, daß es sich gar nicht um ein neues Element, sondern nur um eine besondere, durch Induktion in Tätigkeit versetzte Form des Wismut handle.

Marckwald ist es nun gelungen, einwandfrei festzustellen, daß es sich beim Polonium wirklich um ein neues Element handelt, allerdings ein solches von so großer Seltenheit, daß seine Herstellung selbst in den kleinsten Spuren außerordentlich kostspielig ist. Eine Kleinigkeit Polonium, welche Marckwald auf einem Blatte Papier vorlegte und die auf diesem wie ein winziger Schmutzfleck erschien, hatte etwa 300 Mark Herstellungskosten verursacht. Aus 4000 Kilogramm Pechblende sind nur 10 Milligramm Polonium zu gewinnen, so daß dieses in dem Mineral noch erheblich verdünnter auftritt als das am seltensten vorkommende Gas, das Xenon, in der Luft. Und welche Wirkungen gehen nun von diesem kleinen Schmutzfleck aus! In die Nähe einer starken Funkenstrecke gebracht, durch welche ein starker elektrischer Strom überging, ließ er die Funken plötzlich versagen, indem er die Luft leitend machte (ionisierte). Nach der Verdunklung des Saales brachte Professor Marckwald sein kostbares Element in die Nähe von Baryum, Platincyanür und Zinkblende, und plötzlich erglühten diese unter der radioaktiven Ausstrahlung, wie von einem Zauberstabe berührt, in lebhaftem grünlichen Lichte.

Ferner hat Professor Marckwald, wie er auf der vorjährigen Naturforscherversammlung in Karlsbad mitteilen konnte, in dem radioaktiven Wismut einen Stoff entdeckt, der vielleicht ein besonderes

neues Element ist und eine praktische Bedeutung für die Erkennung von Diamantenfälschungen zu besitzen scheint. Eine genauere Untersuchung scheint bei den minimalen Mengen dieses Stoffes noch nicht möglich gewesen zu sein. Wenn ein Wismutstab oder ein Stäbchen aus Antimon in die aus Rückständen der Uransalzfabrikation bereitete Lösung (Wismutoxychlorid) getaucht wurde, so setzte sich unter dem Einflusse eines elektrischen Stromes auf dem Stabe ein feiner schwarzer Niederschlag ab, der dasselbe Aussehen wie andere elektrolytisch niedergeschlagene Metalle zeigte. Dieser Niederschlag war stark aktiv, während die Lösung selbst inaktiv war, und verlor seine Aktivität selbst nach Monaten nicht. Die von ihm ausgesandten Strahlen verhalten sich in mancher Hinsicht anders als die Radiumstrahlen. Sie werden durch Seidenpapier oder ein zehntel Millimeter starke Aluminiumblättchen gehemmt, gehen auch nicht durch Papier und Lack. Baryumplatincyanür und Zinkoxyd phosphoreszieren unter ihrer Einwirkung, letzteres sogar intensiver als unter Einwirkung des Radiums. Die Wirksamkeit des metallischen Niederschlags geht nur von der Oberfläche aus, da dicke Schichten nicht wirksamer sind als dünne. Ein Wismutstäbchen, auf dem nur einige Zehntel Milligramm des Metalls haften, zeigt schon stärkste Wirkungen. Diamanten leuchten in diesen Strahlen lebhaft, ebenso wie in Becquerel- und Röntgenstrahlen, nicht aber Bergkristall oder seine Imitationen aus Glas, farblose Smaragden u. a. So verrieten sich an einem alten Schmucke drei Steinchen, die den Juwelieren wohl als verdächtig erschienen waren, deren Unechtheit sich aber nicht beweisen ließ, durch ihr Nichtleuchten, wonach sich ergab, daß sie aus Bergkristall bestanden. Man bringt zu praktischen Zwecken jetzt schon solche Stäbchen in den Handel, die nach der Herstellung des Niederschlags poliert sind, so daß er besser haftet.

Wenn die radioaktiven Elemente Stoffteilchen, negative Elektronen, aussenden, so müssen sie im Laufe der Zeit dadurch einen gewissen Gewichtsverlust erleiden. Es fragt sich nur, ob dieser bei der ungemeinen Kleinheit der abgeschleuderten Körperchen und der geringen Menge der Ausstrahlungen noch meßbar ist. A. Heydweiller glaubt eine solche Gewichtsabnahme festgestellt zu haben. Die radioaktive, in ein Glasröhrchen eingeführte Substanz verlor täglich etwa 0·02 Milligramm an Gewicht, was auffallend dem schon früher von Becquerel berechneten täglichen Energieverluste entspricht. Diese Versuche haben auch insofern große Bedeutung, als sie die Möglichkeit bieten, die von Landolt und Heydweiller früher bei chemischen und physikalischen Umwandlungen beobachteten Gewichtsveränderungen auf Grund von Ausstrahlungen materieller Teilchen zu erklären.

Einmal entdeckt, scheint die Radioaktivität überall zu spuken. J. J. Thomson hat sie kürzlich im Cambridger Leitungswasser aufgefunden. Wird dieses gekocht, so ist das entweichende Gas mit einem radioaktiven Gase gemischt. Man kann letzteres auch bei Zimmertemperatur aus dem Wasser durch kräftiges Hindurchleiten von Luft ausziehen. Zahlreiche andere Proben von Regen- und Oberflächenwasser ergaben kein radioaktives Gas; dagegen wurde es in einigen Brunnen der Umgegend von Cambridge gefunden. Von den Radiumausstrahlungen unterscheidet sich dieses Gas in verschiedenen Punkten.

Merkwürdig sind die Wirkungen der Radiumstrahlung auf lebende Organismen, über welche mehrere Nummern der „Berliner Klinischen Wochenschrift" berichten. Das Radium ist im stande, ein Säugetier aus der Entfernung zu töten, und zwar durch schwere Schädigungen, die es dem Gehirn zufügt. E. S. London hielt in Gläsern, die mit netzförmigen Zinkdeckeln verschlossen waren, Mäuse. Auf den Deckel stellte er ein bis drei Tage eine aus Guttapercha und Metall bestehende, mit einem Glimmerdeckel versehene Schachtel, welche 30 Milligramm Radiumbromid enthielt. Sämtliche Versuchstiere starben am vierten bis fünften Tage unter schließlicher Erlahmung aller Funktionen des Rückenmarks und Gehirns. Auch auf die menschliche Haut wirkt, wie schon im I. Jahrgang berichtet ist, das Radium aus der Entfernung, indem es verbrennungsartige Hautveränderungen erzeugt. Alle Menschen erhalten eine Lichtempfindung im lichtgeschützten Auge, wenn man diesem das Radiumbromid auf 10 bis 15 Zentimeter nähert, ebenso wenn man es ihrer Schläfe, der Stirn, dem Schädel nahebringt. Manche „sehen" das Radium schon, wenn man es ihrem Hinterhaupte nähert, und dieser Radiumlichtschein bleibt auch nicht aus, wenn die Augen des Versuchsmenschen doppelt und dreifach verbunden sind und das Radium sich in einer Metalldose befindet. Blinde, die Licht und Schatten noch unterscheiden können, die Form der Gegenstände aber nicht mehr wahrnehmen, erkennen im dunklen Zimmer Gegenstände, die sich von einem mit Radium belichteten Schirm abheben. Vielleicht könnte diese Beobachtung einmal für den Blindenunterricht Bedeutung gewinnen, wenn es erst gelänge, größere Mengen der seltenen Stoffe herzustellen. Ebenso würde man dann vielleicht die von Professor Pfeiffer und Dr. Friedberger ermittelte bakterientötende Wirkung der Radiumstrahlen bei Infektionskrankheiten der Haut zu Heilzwecken praktisch verwenden können, etwa wie das Bogenlicht gegenwärtig zur Heilung des Lupus.

Die Natur der Elemente.

Die Radioaktivität verheißt uns wichtige Aufschlüsse über den Bau der chemischen Atome und die Verwandtschaft der Elemente. Das XIX. Jahrhundert hielt fast durchgängig die Meinung von der Unveränderlichkeit der Atome fest. Am Eingang des neuen Jahrhunderts begehrt eine neue, noch umfassendere Hypothese Einlaß in die naturwissenschaftliche Welt, gestützt auf die Entdeckungen über Kathodenstrahlen, Jonisierung und Radioaktivität: die Hypothese von dem atomistischen Bau der Elektrizität, die danach keine Energie, sondern ein Stoff wäre und Anteil hätte an der Zusammensetzung der chemischen Atome.

Auf die Verwandelbarkeit der Elemente deutet eine kürzlich von Ramsay und Soddy gemachte folgenschwere Entdeckung (Nature, Nr. 1759). Bei

der Prüfung des Spektrums der radioaktiven Ausstrahlung untersuchten sie auch die Gase, welche das einige Zeit in festem Zustande aufbewahrte Radiumbromid in sich schloß. Das sind zunächst Wasserstoff, Sauerstoff und Kohlensäure. Nach sorgfältiger Entfernung dieser drei Gase gab der Rückstand des Minerals im Spektrum unzweifelhaft die charakteristische (D_3-) Linie des Heliums, jenes in der Sonnenatmosphäre und späterhin auch in unserer Luft entdeckten Elements. Schon Rutherford und Soddy haben kurz zuvor darauf hingewiesen, daß die fast durchgängige Anwesenheit von Helium in uranhaltigen Mineralien darauf hindeute, daß dieses Gas eines der Endprodukte in dem Zerfall der radioaktiven Elemente sei.

„Wie man sieht," schreibt hiezu die „Zeitschrift für Elektrochemie" (9. Jahrg., Nr. 32), „enthält diese schlichte Mitteilung nichts mehr und nichts weniger als den Nachweis, daß das Radium, ein Element von wohldefinierter Stellung im periodischen System (s. Jahrb. I, S. 123), also, wie man meist annimmt, vom gleichen Grade der Einfachheit wie alle anderen Elemente, sich oder, vorsichtiger gesagt, seine Bromverbindung, selbsttätig in ein anderes Element, das Helium, verwandeln kann. Die weiteren Forschungen, z. B. was aus dem Rückstand des Radiumsalzes nach völliger Erschöpfung seiner Heliumproduktion wird, führen, wie man sieht, geradeswegs auf die Grundfragen chemischer Wissenschaft. Wer kann wissen, ob nicht auf diesem geheimnisvollen Gebiete, hinter dem wohl jeder Chemiker schon den Weg zu fundamentalen neuen Wahrheiten geahnt hat, die Frage nach einem gemeinsamen Urstoff der Elemente und ihrer gegenseitigen Umwandelbarkeit und damit das Rätsel des periodischen Systems bereits in absehbarer Zeit seine Lösung findet. Wir stehen hier jedenfalls an der Schwelle großer chemischer Ereignisse."

Von den mancherlei interessanten Beobachtungen, zu denen das Studium dieser neuen Ausstrahlungen führte, sei hier zunächst folgendes wiedergegeben (Physik. Zeitschrift IV, S. 439).

Bei ihren noch nicht abgeschlossenen Versuchen über die radioaktive Emanation vom Erdboden beobachteten Elster und Geitel, daß ein isolierter Schirm von Sidotblende in einem dunklen, mit Erdausstrahlung erfüllten Raume leuchtend wurde, nachdem er zwei Stunden lang auf einem negativen Potential von 2000 Volt gehalten worden war. Bei genauerer Prüfung des Schirmes mit ausgeruhten Augen ergab sich, daß er nicht gleichmäßig erhellt war, sondern daß die Lichtstärke der einzelnen Teile der leuchtenden Fläche einem steten Wechsel unterworfen ist. Mittels einer Lupe bemerkte man, daß das Flimmern des Schirmes durch ein Gewimmel getrennter leuchtender Pünktchen bewirkt wird, von denen jedes nur momentan aufblitzt. Man empfängt beim Betrachten der Fläche mit einem Vergrößerungsglase ganz den Eindruck, als schaue man durch ein Teleskop nach einem Sternhaufen, dessen einzelne Sterne aufblitzten, um sofort wieder in den schwarzen Hintergrund zu verschwinden.

Den Physikern müssen die geheimnisreichen Wirkungen des Radiums nicht selten wie Zauberei vorkommen. Ebenso merkwürdig wie dieser Tanz der sichtbar gewordenen Atome auf dem Schirme von Sidotblende ist, was Professor Crookes über die Emanationen des Radiums zu berichten weiß.[1]) Während ein mit Baryumplatincyanur bestrichener Schirm in der Nähe reinen Radiumnitrats in grünem Lichte, aber nur so lange leuchtete, wie er sich im Wirkungsbereiche der Strahlen befand, hielt das Leuchten eines mit Sidotscher Blende (Zinksulfid) hergestellten Schirmes einige Minuten bis eine halbe Stunde an, nachdem das Radium entfernt war, je nach der Stärke und Dauer der anfänglichen Erregung. Glasgefäße, Filter, Becher und Schalen, welche im Laboratorium zu Versuchen mit Radium verwendet worden waren, blieben trotz Waschens radioaktiv; ein in das benützte Gefäß hineingehaltenes Stück Blendeschirm wurde sofort leuchtend.

Ein Diamantkristall, in die Nähe des Radiumnitrats gebracht, leuchtet in blassem blaugrünem Lichte, wie in einer Vakuumröhre unter dem Einflusse der Kathodenstrahlen. Entfernte man ihn vom Radium, so hörte er auf zu leuchten, erzeugte aber, auf einen empfindlichen Schirm gelegt, hier einige Minuten anhaltendes Leuchten. Bei einem dieser Versuche war der Diamant zufällig mit dem Radiumnitrat in Berührung gekommen und einige unmerkliche Körnchen Radiumsalz gelangten so auf den Zinksulfidschirm. Sofort erschienen über die Oberfläche zerstreut glänzende Flecken grünen Lichtes von 1 Millimeter und mehr Durchmesser, obwohl die veranlassenden Körnchen zu klein waren, um bei Tageslicht gesehen zu werden. Unter dem Mikroskop im dunklen Zimmer zeigten die Lichtflecke eine dunkle Mitte mit einem leuchtenden Hofe, außerhalb dessen, am besten bei 20facher Vergrößerung sichtbar, die dunkle Schirmoberfläche mit Lichtfunken glitzerte.

Ein festes Stück Radiumnitrat, langsam dem Schirm genähert, erzeugte allgemeine Fluoreszenz je nach seiner Entfernung. Untersuchte man den Schirm mit der Lupe, während das Radium weit entfernt und das Leuchten schwach war, so sah man die glitzernden Flecke spärlich über die Oberfläche zerstreut. Brachte man das Radium näher, so wurde das Glitzern häufiger und heller, bis die Lichtblitze sich äußerst schnell folgten wie im bewegten leuchtenden Meere; jeder ließ ein allgemeines Phosphoreszieren zurück, welches aber das Glitzern nicht störte. Poloniumnitrat, welches auf den Schirm ähnlich wirkte, erzeugte nur spärliches Glitzern. Luftströmungen zwischen Schirm und Radiumsalz, sowie ein kräftiger Elektromagnet änderten nichts an dem Glitzern. Ein Bündel X-Strahlen, das auf dem Schirm einen leuchtenden Fleck erzeugte, veranlaßte kein Glitzern, beeinflußte aber auch das vom Radiumsalz hervorgerufene nicht im mindesten. Als Grund des verschiedenen Verhaltens der Ausstrahlungen zu den Leuchtschirmen vermutet W. Crookes nicht Größenunterschiede der wirksamen Teilchen, sondern elektrische Einwirkungen.

[1]) Naturw. Rundschau 1903, Nr. 30, nach Proocedings of th. R. Society 1903, S. 405.

Fußend auf den zahllosen Experimenten über die neuentdeckten Strahlungen, versuchte der greise englische Forscher Crookes auf dem letzten Kongreß für angewandte Chemie zu Berlin in das dunkle Gebiet des Wesens der Materie hineinzuleuchten. „Die Verwirklichung eines Traumes" nannte er sein Thema. Schon Humphry Davy, der im Jahre 1809 in einem Vortrag vor der Royal Institution andeutete, daß es eine allen Metallen zu Grunde liegende gemeinsame Substanz geben müsse, gebrauchte den Ausdruck „strahlende Materie", als ob er die heute eine so wichtige Rolle spielenden Elektronen vorausgesehen hätte. Auch der große Physiker Faraday hat ähnlichen Vorstellungen gehuldigt und heute bekennen sich viele Chemiker, Physiker und Philosophen ausdrücklich zu der Ansicht, daß die 70 bis 80 Elemente nicht die Säulen des Herku es sind, an denen wir vorbeizufahren niemals hoffen dürfen. Anfänglich freilich verhallten sie fast ungehört, die prophetischen Worte Davys: „Wenn Gaspartikelchen im freien Raume mit beinahe unendlicher Greschwindigkeit sich bewegten, so müßten sie zu stealhlenden Ringen werden und alle möglichen bnsonderen Wirkungen je nach ihrer Geschwindigkeit nöd Stärke erzeugen." Aber die Entdeckung der Runtgenstrahlen, die Untersuchungen Becquerels urd der Curies, in inneren Zusammenhang gebiacht durch die Entdeckung des Radiums und seiner Strahlung, haben ihnen recht gegeben. Her glaubt der Forscher den Urstoffen, aus denen sich die gröberen chemischen Elemente zusammensetzen, gegenüberzustehen, hier glaubt er zu sehen, wie die massigen Molekeln sich sogar in die Schwingungen des Weltäthers oder der elektrischen Energie auflösen. So stehen wir an den Grenzgebieten, wo Körper und Kräfte, Stoffe und Energien ineinander übergehen. In diesem Grenzgebiete liegen die größten wissenschaftlichen Aufgaben der Zukunft, hier liegen die letzten materiellen Wahrheiten, weitreichend und wundervoll.

Schon im Jahre 1888 versuchte Crookes darzutun, daß die jetzigen Atomelemente nicht mehr die gleichen seien wie die ursprünglich gebildeten und daß die Atome der chemischen Elemente wahrscheinlich nicht von ewiger Dauer, sondern gleich allen übrigen Teilen der Schöpfung dem Zerfall und Tode unterworfen seien. Und schon 1875 hatte Clifford, einer jener Pioniere der Wissenschaft, die ihrer Zeit weit voraneilen, die elektrische Theorie der Materie aufgestellt. „Es liegt aller Grund vor zu glauben," schrieb er, „daß jedes materielle Atom einen kleinen elektrischen Strom in sich trägt, wenn es nicht gar aus diesem Strom allein besteht."

1886 gab Crookes in einer Betrachtung über den Ursprung der Materie eine Darlegung der allmählichen Bildung der chemischen Elemente durch das Wirken dreier Energieformen — Elektrizität, Chemismus und Temperatur — auf den „formlosen Nebel", in dem sich die gesamte Materie in ihrem voratomistischen Zustande befand. Nach dieser Anschauung verdanken die chemischen Elemente ihren Bestand einem Kampfe um die Existenz, einer Darwinschen Entwicklung, einem Überleben der Dauerhaftesten. Die vom geringsten Atomgewichte bildeten sich zuerst, dann die von mittlerem und zuletzt die Elemente vom höchsten Atomgewichte, wie Thorium und Uranium. Von dem Zersetzungspunkte der Elemente sprechend, warf Crookes die Frage auf: Was kommt nach dem Uran? und gab zur Antwort: Das Resultat der nächsten Stufe ist die Bildung von Massen, deren Auflösung die Kraft der irdischen Hitzequellen nicht übersteigt. Vor 20 Jahren fast noch nicht einmal ein Traum, rückt dieser Gedanke jetzt schon seiner vollen Erfüllung entgegen: zersetzt sich doch das Radium, das nächste Element nach dem Uran, tatsächlich von selbst.

Die Atome der Elektrizität, die wie das Helium der Sonne bisher nicht recht nachweisbar waren, können jetzt durch das Experiment nachgewiesen werden. Es sind die Elektronen. „Wenn wir es wagen dürfen, von der Phantasie einen wissenschaftlichen Gebrauch zu machen und die Hypothese von der Elektronennatur der Materie bis zu ihrer logischen Grenze zu verfolgen, dann sind wir tatsächlich Zeugen einer Selbstzersetzung des Radiums und beginnen an der ständigen Dauer der Materie zu zweifeln. Das chemische Atom mag in der Tat einer Umwandlung ausgesetzt sein; diese vollzieht sich jedoch mit einer so ganz ungemeinen Langsamkeit, daß, wenn selbst in jeder Sekunde eine Million Atome wegfliegen, das Gewicht sich in einem ganzen Jahrhundert kaum um 1 Milligramm vermindern würde."

Die Atome also, soviel scheint jetzt festzustehen, sind nicht allein teilbar, sie verlieren auch fortwährend an Masse. Aus ihren Trümmern haben wir die Elektronen gewonnen. Die Atome sind Gleichgewichtskomplexe der letzteren, und wie früher den Atomen, so können wir nun den Elektronen in bezug auf jene Unteilbarkeit und Beständigkeit in ihren chemischen Eigenschaften zuerkennen. Dadurch wird jedoch die Tatsache nicht aus der Welt geschafft, daß für den Chemiker auch die Atome nach wie vor bei allen Reaktionen und Bestimmungen sich wie unteilbare Ganze verhalten. Die Elektronen können wir vorläufig als die gesuchte Urmaterie betrachten. Sie sind unendlich klein; denn Becquerel hat berechnet, daß in Anbetracht der äußerst geringen Masse der Elektronen nicht weniger als 1000000000 Jahre dazu gehören, um das Gewicht einer elektronenausschleudernden radioaktiven Substanz wie des Urans um 0·001 Gramm zu vermindern. Nehmen wir an, wir könnten $^1/_{1000}$ Milligramm durch Wägung erkennen, so würde man einen solchen Gewichtsverlust doch erst nach einer Million Jahre nachweisen können. Damit sind aber die Atome, mag es mit ihrer Auflösung theoretisch auch seine Richtigkeit haben, praktisch unveränderlich, und mit der von Crookes vorausgeträumten Zeit, wann die Materie vernichtet, der formlose Nebel wieder allgemein zur Herrschaft gelangt und der Stundenzeiger der Ewigkeit wieder einmal abgelaufen sein wird — mit dieser Zeit wird's noch gute Weile haben. Dennoch hatte der Vorsitzende der Versammlung recht, wenn er mit einem hübschen

Wortspiele dem greisen englischen Gelehrten zu rief: Ubi Crookes (crux), ibi lux; denn Crookes hat tatsächlich viel Licht in das Wirrsal der Atomtheorie gebracht.

Alte und moderne Goldmacher.

Eine Ahnung des Geheimnisses, welches die neuesten Untersuchungen über die wahre Natur der chemischen Elemente uns jetzt zu enthüllen versprechen, scheint alle Zeiten und sämtliche Kulturnationen des Erdballs beherrscht zu haben. Sie spricht sich aus in der allgemeinen Lehre von der Verwandelbarkeit der Metalle, besonders von der Möglichkeit, unedle Metalle in Gold und Silber zu verwandeln. Es waren durchaus nicht alle Betrüger, die sich vermaßen, das große Elixir oder den Stein der Weisen, diese wahre Lebenspanazee, entdeckt zu haben oder wenigstens auf dem besten Wege dazu zu sein. Ein außerordentlich interessantes Werk des dänischen Kulturhistorikers Troels Lund macht uns mit dem Leben und Treiben der großen und kleinen Alchimisten des Mittelalters und der folgenden Jahrhunderte bekannt.[1]) Paracelsus nicht minder wie Tycho Brahe, Dr. Gall, der Arzt Kaiser Karls V., nicht weniger als Dr. Peder Sörensen, Leibarzt Friedrichs II. von Dänemark, einer der Schüler des Paracelsus und der vorzüglichsten Ärzte des XVI. Jahrhunderts, sie waren von der Wirklichkeit des Steines der Weisen felsenfest überzeugt. Der Zufall konnte ihn in die Hand geben, der Zufall ihn auch wieder verlieren lassen.

Ein Stein von höchst merkwürdiger Kraft, ohne Zweifel ein Hauptbestandteil des Steines der Weisen, wurde durch einen wunderlichen Glücksfall bei Refsnaes an die Küste des Kallundborg-Fjords getrieben. Hier fand ihn, durch seine Schönheit und seinen köstlichen Glanz aufmerksam gemacht, Christian II., der als Gefangener dort lebte, auf einer Jagd unter den Steinen am Strande. Er nahm ihn auf, und kaum hatte er ihn in der Hand, so war er, wie er aus den erstaunten Fragen seiner Begleiter merkte, ihren Augen entschwunden, obwohl er mitten unter ihnen ritt. Da sah er etwas später einen Vogel, der sich gerade vor sein Pferd setzte. Er warf mit dem Stein nach ihm, aber im selben Augenblick wurde er wieder sichtbar und das Gefolge umdrängte ihn mit der Frage, wo er denn hingewesen wäre. Da der König hieraus schloß, daß die unsichtbar machende Kraft im Steine gelegen hätte, so suchte und suchte er nach ihm, fand ihn aber nicht wieder. Das einzige, was sein kurzer Besitz ihm einbrachte, war eine strengere Bewachung und weniger Freiheit als zuvor.

Indem solcher und ähnlicher Geschichten viele im Umlauf waren und geglaubt wurden, hatten die darauf bauenden Abenteurer und Betrüger leichtes Spiel. So erreichte z. B. im Jahre 1590 ein würdiges Paar, die Herren Kaspar Uden und Johann Schunken die Unterstützung des Herzogs Ulrich von Mecklenburg. Die beiden uneigennützigen Ehrenmänner verlangten nur alles für ihre Arbeiten Notwendige, außerdem 15 Taler sofort, später 120 nebst freier Kost, Kleidung, Wohnung, Beleuchtung, Heizung. Für diese Kleinigkeiten sollte im Laufe von 40 Wochen lapis philosophorum, besagter Stein der Weisen, von ihnen hergestellt werden, darauf im Laufe von drei Wochen eine Flüssigkeit, in welcher sich Kupfer zu Silber verwandle; in weiteren acht Wochen eine Tinktur, welche 10 Lot Kupfer, Blei, Quecksilber und Silber in echtes Gold umbilden könne. Ferner wollten sie den Goldsaft erfinden, in welchem der Stein der Weisen zeitweise erneuert werden muß, um seine Kraft zu bewahren. Der Frechheit der Goldmacher entsprach die Leichtgläubigkeit Herzog Ulrichs. Als sie nach Ablauf eines Jahres ihn 500 Gulden gekostet, aber noch nicht für einen Schilling Nutzen gebracht hatten und sich nun darauf beriefen, daß alles von Gottes Beistand und den Geistern abhinge, drohte der Herzog ihnen mit Gefängnis und Folterbank. Da flogen die losen Vögel aus, um ihr Gewerbe bei einem anderen Narren von neuem zu beginnen.

Manchmal brachte das alchimistische Treiben, besonders wenn kenntnisreiche und etwas gewissenhaftere Leute sich damit befaßten, auch unerwartete Vorteile. So erfand Kunkel auf der Pfaueninsel bei Potsdam das Rubinglas, Böttger in Meißen das Porzellan. Letzterer soll, als er noch zu Berlin in der Zornschen Apotheke ernte, den Akt des Goldmachens vor Zeugen wirklich ausgeführt haben, und angesichts der Namen von ehrenwerten Männern, die damit verknüpft sind, fragt man sich bei diesem wie bei ähnlichen, gleich gut verbürgten Vorgängen, was eigentlich davon zu halten sei.

In Böttgers Tagen, um das Jahr 1700, wurde in den Straßen Berlins und auch in der Zornschen Apotheke ein griechischer Mönch und Adept namens Laskaris gesehen, der angeblich für christliche Sklaven Almosen heischte. Mit ihm schloß der junge Böttger, auf Erweiterung seiner Kenntnisse bedacht, bald enge Freundschaft und erhielt von ihm Anleitung in den geheimnisvollen Künsten der Alchimie. Laskaris soll ihm nicht nur die Darstellung des mercurius philosophorum verraten haben, sondern gab ihm auch von einem roten Liquidum so viel, um 80.000 Speziestaler „tingieren" zu können; ein Gran davon sollte genügen, acht Lot Blei in Gold zu verwandeln. Böttger, obwohl nach eigenem Ausdruck „des Mönches Vorgeben für Schwachheit haltend", verwandelte vor einigen Bekannten ganz wider Erwarten zwei Lot Quecksilber in das feinste Gold, welches er dann in drei Stücke brach und unter die Anwesenden verteilte. Bald darauf erkühnte er sich sogar, seinem Chef, der von diesen Dingen nichts wissen wollte, mitzuteilen, daß er sofort bereit sei, vor Zeugen eine Probe der „königlichen Kunst" abzulegen. Zorn gab ihm trotz inneren Widerwillens Gelegenheit, sein Versprechen vor ihm und zwei Gästen, dem Prediger Johann Porst aus Malchow und dem Konsistorialrat Winkler aus Magdeburg, einzulösen. Für diese Episode, die für Böttgers Zukunft entscheidend gewesen zu sein

[1]) Gesundheit und Krankheit in der Anschauung der alten Zeiten. Leipzig 1903.

scheint, hat sich sogar Leibniz eingehend interessiert. Auf Grund der handschriftlichen Aufzeichnungen von Porst und Schrader schildert Karl August Engelhardt den berühmten Versuch, Gold zu machen, folgendermaßen:

„Es war der 1. Oktober 1701, als Böttger nach dem Abendessen von Zorn und dessen Frau eingeladen ward, die fragliche Probe abzulegen. Böttger läßt sofort in den großen Saal des mittleren Stockwerks einen Windofen bringen, setzt ihn in den Kamin, den Schmelztiegel darauf und verlangt, als dieser gehörig ins Glühen gebracht ist, Metall zum Einwerfen. Der Konsistorialrat Winkler wirft 18 Zweigroschenstücke, vier Lot an Silber, selbst in den Tiegel und schürt und bläst auch selbst das Feuer an, welches heftig sein muß, wenn die Münzen schmelzen sollten. Böttger darf aber letztere nicht anrühren, auch dem Kamin und Windofen nicht nahe kommen. Als die Zweigroschenstücke flüssig sind, zieht Böttger ein rotes, durchsichtiges Glas aus der Tasche, nimmt von dem Pulver (oder einer goldgelben durchsichtigen Pille, wie andere Handschriften überliefern) darin eine Priese, nicht größer als zwei Senfkörner, und bittet den Pastor Porst, sie in Papier zu wickeln, dann in den Schmelztiegel zu werfen und diesen zuzudecken. Gesagt — getan. Nachdem die Masse gehörig fließt, wird der Tiegel geöffnet und — das feinste Gold herausgegossen. Eingedenk des Spruches, daß, die da reich werden wollen, in Versuchung und Stricke fallen, ermahnten nun die durch Erblickung dieses erstaunlichen Experimentes nicht wenig überraschten Zeugen den jungen Menschen, sich wohl vorzusehen, daß ihm diese Sache nicht gereichen möchte zu einem Strick, der ihn in großes Verderben ziehe. Gleich darauf trug Porst das neu dargestellte Produkt zu David Borchard, dem Gehilfen der Bosenschen Goldhandlung, der ihm nach vorangegangener Untersuchung folgendes — wenigstens ist es der Wortlaut der Handschrift — gesagt haben soll: „Das Gold sei so ungewöhnlich fein und gut, daß, wäre Pastor Porst nicht zu rühmlich bekannt, man ihn anhalten müßte, zu sagen, woher er es genommen." Als auf die lauffeuerartig die Stadt durcheilende Kunde der König des jungen Böttger Einziehung verlangte, entfloh dieser am 26. Oktober 1701 aus Berlin.[1])

Das Glaubensbekenntnis der Alchimisten enthielt folgende Lehren:

1. Es ist möglich, aus Körpern, die kein Gold enthalten, durch Kunst wahres, vollkommenes und beständiges Gold darzustellen. Das Mittel dazu ist ein Kunstpräparat, der Stein der Weisen, das große Elixir, das große Magisterium, die rote Tinktur genannt. Von dieser Tinktur durchdrungen, werden alle Metalle zu Gold.

2. Ebenso ist es möglich, mit Hilfe eines anderen Präparats, der weißen Tinktur, Quecksilber, Kupfer, Zinn, Blei und Eisen in Silber von ausnehmender Weiße und Schönheit zu verwandeln. Die weiße Tinktur entsteht aus denselben Anfängen wie die rote und geht bei fortschreitender Bearbeitung in diese über.

3. Dasselbe Präparat der Kunst ist vor seiner völligen Anfertigung eine der wohltätigsten Arzneien, eine Panazee des Lebens. Ihr Gebrauch fordert freilich große Vorsicht, denn in Masse wirkt sie zerstörend. Nur aufgelöst, als Trinkgold, aurum potabile, und in homöopathischer Verdünnung darf sie angewandt werden. Sie verjüngt das Alter, stärkt den Geist, ruft erstorbene Zeugungskraft wieder hervor und verlängert bei weisem Gebrauch das menschliche Leben über das gewöhnliche Ziel hinaus.

In anderem, wissenschaftlichem Gewande tritt uns die Goldmacherkunst des XX. Jahrhunderts entgegen. Aber auch sie, die Versuche eines Fittica, die Behauptungen Adolf Wagenmanns in seiner Broschüre „Künstliches Gold, ein Verfahren zur Umwandlung der Stoffe", die Theorien O. Hecks in seinem Buche „Die Natur der Kraft und des Stoffes" mit einem Kapitel über Goldmacherkunst können vor der Kritik nicht bestehen. Daß damit die Unmöglichkeit der Umwandlung eines Stoffes in einen anderen dargetan sei, läßt sich nach den neuesten Ergebnissen auf radioaktivem Gebiete nicht behaupten. Dr. Paul Köthner, der sich in einer längeren Arbeit[1]) über die Goldmacherkunst im Mittelalter und in der Gegenwart verbreitet und darin auch die Ansichten der eben genannten drei modernen Goldmacher darstellt und verurteilt, scheint die Sache an sich nicht für völlig unmöglich zu halten, da er die Versuche eines vierten Adepten, deren Veröffentlichung noch aussteht, darzustellen und zu würdigen sich vorbehält.

Der Kampf um den Nullpunkt.

Unter den Mitteln, welche modernen Goldmachern, sobald sie ernstlich an die Arbeit gehen wollten, zu Gebote ständen, nehmen neben gewaltigen Hitzegraden ungemein tiefe Temperaturen einen hervorragenden Platz ein. Dem Kampf um den Nordpol auf geographischem Gebiete entspricht auf chemischem ein Kampf um den Nullpunkt, den Nadir der Temperatur, den wir 273° unter dem Gefrierpunkt unseres Quecksilberthermometers vermuten (s. Jahrgang I, S. 124). Welche Erfolge und Erkenntnisse dieser Kampf bisher gezeitigt hat, werden wir an einigen besonders interessanten Elementen ersehen.

Über den Wasserstoff und seine Eigenschaften in flüssiger und fester Form ha James Dewar in einer Rede vor der British Association zu Belfast höchst anziehende Mitteilungen gemacht. Es ist im I. Bande dieses Jahrbuchs (S. 124) geschildert worden, wie Dewars Versuch mit diesem Element zur Erreichung ungemein tiefer, nicht weit von dem absoluten Nullpunkt (— 273° C.) entfernter Temperaturen geführt haben. Bedeutende Chemiker nahmen an, daß der Wasserstoff, wenn es jemals gelänge, ihn in den flüssigen oder festen Zustand überzuführen,

[1]) Nach Dr. Fr. Strunz, Ein Alchimistenleben. Zeitgeist 1903, Nr. 5.

[1]) Zeitschrift f. Naturwissensch., Bd. 75 (1903), Heft 1/2.

metallische Eigenschaften zeigen würde. Nur Dewars Vorgänger, Professor Odling, behauptete als einziger Chemiker das Gegenteil und sagte schon vor 37 Jahren voraus, daß Wasserstoff ein neutraler oder „Zwischen"-Körper sei und man nicht erwarten dürfe, daß er in flüssigem oder festem Zustande das Aussehen eines Metalls besitzen werde.

Professor Odling behielt mit seiner Voraussage allen anderen gegenüber recht. Flüssiger Wasserstoff ist nämlich ein farbloser durchsichtiger Körper von ganz außergewöhnlichem Interesse. Er hat eine scharf begrenzte Oberfläche, ist leicht zu sehen, tropft gut, trotz der Tatsache, daß seine Oberflächenspannung nur den 35. Teil von der des Wassers beträgt oder etwa ein Fünftel von derjenigen der flüssigen Luft, und kann leicht von einem Gefäß in ein anderes gegossen werden. Wasserstoff ist die leichteste aller bekannten Flüssigkeiten, da seine Dichte nur ein Vierzehntel von der des Wassers ist, während flüssiges Grubengas, bisher die leichteste Flüssigkeit, sechsmal schwerer ist. Nur ein fester Körper ist so leicht, daß er auf der Oberfläche des flüssigen Wasserstoffes zu schwimmen vermag: ein Stück Markholz (pitch wood).

Er ist ferner die kälteste bekannte Flüssigkeit. Unter gewöhnlichem atmosphärischen Druck siedet er bei — 252·5° oder bei 20·5° absoluter Temperatur. Der von der Flüssigkeit aufsteigende Wasserstoffdampf hat beinahe die Dichte der Luft, d. h. sie ist 14mal so groß wie die des Wasserdampfgases bei gewöhnlicher Temperatur. Setzt man den Druck mittels einer Luftpumpe herab, so fällt die Temperatur auf — 258°, wobei die Wasserstoffflüssigkeit fest wird und einem gefrorenen Schaum gleicht, der bei weiterem Auspumpen der Luft unter der Glocke sich bis auf — 260° (oder 13° absolut) abkühlt, die tiefste bisher erreichte Temperatur. Der feste Wasserstoff kann auch in Form eines klaren durchsichtigen Eises gewonnen werden, das bei etwa 15° absolut schmilzt und die in ihrer Art einzige Dichte von nur einem Elftel der Dichtigkeit des Wassers besitzt. Eine solche Kälte schließt das Erstarren aller gasförmigen Körper in sich, außer eines einzigen, des Heliums.

Höchst merkwürdig ist der Gegensatz zwischen dieser Kältesubstanz und der flüssigen Luft. Entfernt man den Pflock loser Baumwolle, mit dem man die Mündung des mit flüssigem Wasserstoff gefüllten Vakuumgefäßes zu verschließen pflegt, so entsteht ein Miniaturschneesturm von fester Luft, gebildet durch das Frieren der Atmosphäre an dem Punkte, wo sie mit dem von der Flüssigkeit aufsteigenden kalten Dampf in Berührung tritt. Diese feste Luft fällt in das Gefäß und häuft sich als fester Schnee am Boden des flüssigen Wasserstoffs an. Ein Schopf Baumwolle, der in die Flüssigkeit eingeweicht und dann nahe dem Pole eines kräftigen Magneten gehalten wurde, ward angezogen. Es wäre jedoch falsch, daraus zu schließen, daß flüssiger Wasserstoff ein magnetischer Körper sei. Die Anziehung rührt weder von der Baumwolle noch von dem Wasserstoff her, der fast ganz verflüchtigt, sowie der Schopf aus der Flüssigkeit gehoben wird, sondern von dem Sauerstoff der Luft, der durch die extreme Kälte in der Baumwolle gefroren und als magnetischer Körper wohlbekannt ist.

Der flüssige Wasserstoff wurde nun von Dewar nach der im ersten Bande des Jahrbuchs (S. 125) angedeuteten Methode verwendet, um das Helium zu verflüssigen, eine viel flüchtigere Substanz als Wasserstoff, sowohl im flüssigen wie im festen Zustand. Der Versuch gelang nicht und die Verflüssigung dieses Gases bleibt ein Problem der Zukunft. Das Helium erreichte bei Dewars Verflüssigungsversuchen eine Temperatur von 9 bis 10° absolut; er schließt daraus, daß der Siedepunkt der merkwürdigen Flüssigkeit etwa um 5° absolut liegen würde, oder das flüssige Helium würde viermal so flüchtig sein wie flüssiger Wasserstoff, gerade so wie letzterer viermal flüchtiger als flüssige Luft ist. Dewar deutet an, auf welche Weise man die zur Verflüssigung des hartnäckigen Stoffes nötige Temperatur erreichen könnte. Die praktischen Schwierigkeiten und die Kosten des Verfahrens werden sehr groß sein; anderseits wird das Herabsteigen zu einer Temperatur von nur 5° über dem absoluten Nullpunkt der wissenschaftlichen Untersuchung neue Aussichtspunkte eröffnen, die unsere Kenntnis von den Eigenschaften der Materie ungeheuer vermehren werden. In unseren Laboratorien eine Temperatur zu beherrschen, welche jener gleichwertig ist, die ein Komet in unendlicher Entfernung von der Sonne erreichen mag, wäre für die Wissenschaft ein großer Triumph. Wenn der jetzige Angriff der Royal Institution auf das Helium mißlingen sollte, dann müßte schließlich Erfolg erzielt werden durch Anwendung eines Verfahrens, das sich auf die mechanische Kälteerzeugung durch Leistung von äußerer Arbeit gründet. Wenn eine Turbine durch komprimiertes Helium getrieben werden kann und der ganze Mechanismus in flüssigem Wasserstoff, d. h. einer Temperatur von — 253°, ruhte, so würde sich die Verflüssigung des Heliums ohne Zweifel ausführen lassen.

In dem scheinbar beschränkten Temperaturgebiete, das den festen Wasserstoff vom Nullpunkt trennt (nur 13°), werden die künftigen Chemiker weite Felder der Untersuchung finden. Die Eigenschaften und das Verhalten der Materie unter ganz neuen Bedingungen werden studiert werden, unter Bedingungen, die in anderen Teilen des Weltalls noch vorliegen und auch in unserem Sonnensystem früher sicher einmal bestanden haben. Glieder der Heliumgruppe mit einem Atomgewicht von etwa zwei werden isoliert werden und diese Gase müssen nach unseren jetzigen Ansichten vom Gaszustand noch der Verflüssigung fähig sein, bevor die absolute Nulltemperatur erreicht wird.

Merkwürdige Veränderungen der gewöhnlichen Zustände zeigen sich beim Studium der tiefen Temperaturen. Vor allem wird die große Mehrzahl gegenseitiger chemischer Einwirkungen der Stoffe gänzlich aufgehoben; doch bleibt ein Element von so ausnahmsweiser Verbindungskraft wie das Fluor bei der Temperatur der flüssigen Luft noch tätig. Ob festes Fluor und flüssiger Wasserstoff aufeinander wirken werden, läßt sich noch nicht



Henri Moissan

sagen. Die Körper werden bei so riesiger Kälte natürlich dichter; aber selbst eine sich stark ausdehnende Substanz wie das Eis scheint bei der niedrigsten Temperatur nicht die Dichte des Wassers zu erreichen: die Teilchen der Materie sind unter diesen Umständen offenbar nicht auf die möglichst engste Weise zusammengepackt. Die Zusammenhangskraft (Kohäsion) ist bei niedrigen Temperaturen stark vergrößert, was sich durch die vermehrte Spannung zeigt, die erforderlich ist, um Metalldrähte zu zerreißen.[1])

Sehr vermindert wird durch hohe Kältegrade die photographische Wirkung des Lichtes. Sie sinkt bei der Temperatur der flüssigen Luft auf etwa ein Fünftel ihrer gewöhnlichen Wirkung, bei der noch niedrigeren des flüssigen Wasserstoffes bleibt nur noch ein Zehntel der ursprünglichen Empfindlichkeit. Eine große Reihe von organischen Körpern und viele unorganische Stoffe erlangen bei diesen Temperaturen unter der Einwirkung von violettem Licht die Fähigkeit zu phosphoreszieren. Sie leuchten schwach, solange sie kalt gehalten werden, glänzen aber ungemein, sobald nachher die Temperatur steigt. Selbst feste Luft ist ein phosphoreszierender Körper. Radioaktive Körper, welche natürlich selbstleuchtend sind, wie das Radium, behalten diese Leuchtfähigkeit ungeschwächt bei den niedrigsten Temperaturen und sind noch fähig, auf andere Körper, wie die Platincyanide, Phosphoreszenz zu übertragen. Einige Kristalle, z. B. der Platincyanide und des Urannitrats, werden für eine Zeit selbstleuchtend, wenn man sie in flüssiger Luft oder Wasserstoff abkühlt, infolge der induzierten elektrischen Erregung, welche Entladungen zwischen den Kristallmolekülen veranlaßt.

Theoretisch hatte man gefolgert, daß beim absoluten Nullpunkt der Temperatur der elektrische Widerstand in reinen Metallen (d. h. der per Sekunde zerstörte Effekt des dem Metalle zugeführten Stromes) gänzlich verschwinden und jedes reine Metall ein vollkommener Leiter der Elektrizität werden würde. Dieser Schluß ist durch die Beobachtungen bei den tiefsten erreichten Temperaturen sehr zweifelhaft geworden. So war die Temperatur, bei der man annahm, daß Kupfer keinen Widerstand mehr habe, auf — 225° berechnet; aber dieses Metall ist auf — 253° abgekühlt worden, ohne allen Widerstand zu verlieren. Während Kupfer beim Siedepunkt des Wasserstoffes nur noch 1%, Gold und Platin 3%, Silber 4% des Widerstandes zeigen, den sie bei 0° C. besitzen, behält Eisen bei jener Temperatur noch 12% seines ursprünglichen Widerstands.

Sehr wichtig für die Frage, ob eine Übertragung von Lebenskeimen von einem Weltkörper auf den anderen durch den kalten Weltraum möglich sei, ist eine Reihe anderer Versuche, welche die Wirkung der Kälte auf das Verhalten lebendiger Organismen betreffen. Der Versuch zeigte, daß mäßig hohe Temperaturen viel gefährlicher sind, wenigstens für die niederen Lebensformen, als äußerst niedrige. Proben von Fleisch, Milch u. s. w. wurden eine Stunde lang bei einer Temperatur von — 182° in zugeschmolzenen Röhren zum Frieren gebracht, dann einige Tage bei Blutwärme gehalten. Als man sie öffnete, war der Inhalt ganz faul, die Mikroorganismen waren also der gewaltigen Kälte nicht erlegen. Typische Bakterien, 20 Stunden lang flüssiger Luft oder flüssigem Wasserstoff ausgesetzt, zeigten sich in ihrer Lebenskraft nicht beeinträchtigt; ja viele Varietäten von Kleinorganismen können der Temperatur der flüssigen Luft für eine Zeit von sechs Monaten ohne einen merklichen Verlust an Vitalität ausgesetzt werden, obwohl bei einer solchen Temperatur die gewöhnlichen chemischen, den Lebensvorgang begleitenden Prozesse (Atmung, Stoffwechsel u. s. w.) aufhören müssen. Eine ähnliche Ausdauer des Lebens bewiesen Samen, die für mehr als 100 Stunden in flüssiger Luft gefroren gehalten wurden. Es zeigte sich nachher nur eine gewisse Trägheit des Protoplasmas, von der es sich unter Einwirkung der Wärme erholte. Diese Samen keimten so gut wie andere. Bei einer solchen Temperatur kann man die Zellen weder lebend noch tot nennen; es ist ein neuer, bisher unbekannter Zustand der lebenden Materie — ein dritter Zustand. Welche großartigen Verwendungen für biologische Untersuchungen, welche Aufschlüsse

[1]) Diese Tatsache ist von Interesse in bezug auf die zwei sich bekämpfenden Theorien vom Wesen der Materie. Lord Kelvins Ansicht ist, daß die Kräfte, welche die Teilchen der Körper zusammenhalten, erklärt werden können ohne die Annahme irgend welcher anderer Triebkräfte als der Gravitation (Schwere), oder irgend eines anderen Gesetzes als des Newtonschen. Eine entgegengesetzte Ansicht ist, daß die Erscheinung der Aggregation (Häufung) der Moleküle abhängig sei von der molekularen Schwingung als physische Ursache. Da nun beim absoluten Nullpunkt die Schwingungsenergie vollständig aufgehoben ist, müßten die Kohäsionserscheinungen zu existieren aufhören und die Materie allgemein in einen unzusammenhängenden Haufen von kosmischem Staub zurückverwandelt werden. Diese zweite Ansicht wird nach dem Obigen also durch das Experiment nicht unterstützt (J. Dewar).

über manche Lebensprozesse die Anwendung hoher Kältegrade gewährt, kann hier leider nicht weiter ausgeführt werden.

Im Jahre 1897 war es Moissan und Dewar gelungen, das in gasartigem Zustande ungemein verbindungslustige Fluor zu verflüssigen, und zwar bei — 187°. Dabei hörte die Wirkung dieses Elements auf Silizium, Kohlenstoff, Bor und Quecksilber auf, während es mit Wasserstoff oder festem Terpentinöl sich noch sehr lebhaft verband. Nachdem flüssiger Wasserstoff hergestellt war, konnten die Versuche mit Fluor fortgesetzt werden, indem man es in dünnwandigen Glasgefäßen der abkühlenden Wirkung des siedenden flüssigen Wasserstoffs aussetzte.

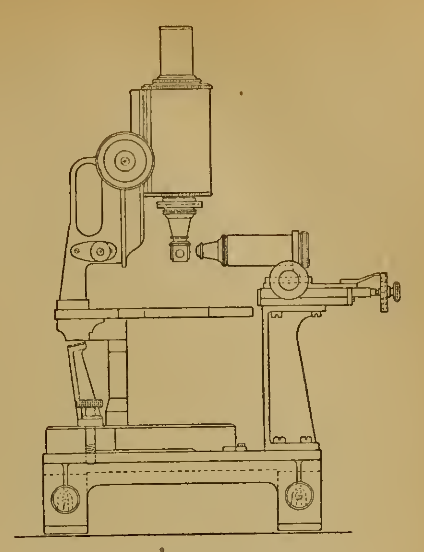
Wenn man eine mit Fluor gefüllte zugeschmolzene Glasröhre in ein doppelwandiges Gefäß mit flüssigem Wasserstoff senkte und in dem Wasserstoffdampf allmählich abkühlte, so sah man bald eine gelbe Flüssigkeit sich verdichten, welche in ziemlich kurzer Zeit fest wurde. Tauchte man die Röhre ganz in die Wasserstoffflüssigkeit und ließ sie genügend lange darin, damit sie die Temperatur der letzteren, 20·5° absolut, annahm, so wurde das anfangs gelbe feste Fluor weiß, wie auch Chlor, Brom, Schwefel und andere Stoffe bei sehr niedriger Temperatur ihre Farbe verlieren und weiß werden. Der Schmelzpunkt des festen Fluors wurde mit dem des festen Sauerstoffs verglichen und gleich — 233° C. oder 40° absoluter Temperatur gefunden.

Aber selbst bei so niedriger Temperatur hat das Fluor seine Verbindungslust nicht völlig eingebüßt, wie folgender Versuch dartut. Eine dünne Glasröhre wurde mit etwa 40 Kubikzentimetern gasförmigen reinen Fluors gefüllt, das Fluor an einem Ende der Röhre vollkommen zur Erstarrung gebracht und die Röhre dann in etwa 100 Kubikzentimeter flüssigen Wasserstoffs getaucht. Nachdem sie dessen Temperatur angenommen, wurde die das feste Fluor enthaltende Spitze abgebrochen, so daß dieses mit dem flüssigen Wasserstoff in Berührung kam. Bald trat eine heftige Explosion ein unter Entwicklung von so viel Wärme, daß die Masse glühend wurde und der Wasserstoff sich entzündete. Die Glasröhre und das doppelwandige Gefäß wurden durch die Explosion zu Pulver zertrümmert.

Dieser auffallende Versuch zeigt, daß bei so energisch reagierenden Stoffen wie Fluor und Wasserstoff die chemische Verwandtschaft sich auch bei sehr niedrigen Temperaturen erhält und daß selbst bei 20° absoluter Temperatur noch manche Verbindungen entstehen können.

Die unsichtbare Welt.

Nicht nur Religion und Philosophie, auch die Naturwissenschaften sehen sich gezwungen, hinter dem weiten Bereiche des Sichtbaren oder sonstwie sinnlich Wahrnehmbaren Vorgänge und Stoffe anzunehmen, die kein Menschenauge je geschaut noch auch in Zukunft jemals wahrnehmen wird. Die fortschreitende Erkenntnis vermindert dieses Reich des Unsichtbaren nicht etwa, sondern zwingt uns vielmehr, immer weiterzugehen in der Annahme



Mikroskop zur Beobachtung ultramikroskopischer Teilchen.

von unsichtbaren Bewegungen von Teilchen, die so klein sind, daß selbst das beste Mikroskop sie uns nicht mehr enthüllen kann. Eine große Anzahl der Erscheinungen, welche in den vorhergehenden Abschnitten dieses Kapitels erörtert sind, bleibt uns ohne die Annahme solcher Bewegungen ultramikroskopischer Teilchen noch unerklärlicher als mit ihr.

Die Frage, bis zu welcher Grenze hinab wir denn mikroskopische Teilchen noch zu erkennen vermöchten, war von Abbe und Helmholtz dahin beantwortet worden, daß selbst mit den besten Mikroskopen nur Gegenstände erkennbar seien, deren Durchmesser etwa 0·0003—0·0002 Millimeter beträgt, da bei kleineren Objekten optische Störungen auftreten, die ein genaues Erkennen unmöglich machen. Trotzdem ist es kürzlich zwei Forschern, H. Siedentopf und R. Zsigmondy, gelungen, Teilchen sichtbar zu machen, deren Größe weit unter der angegebenen liegt, und sogar ihre Durchmesser zu bestimmen.[1] Auf das scharfe Erkennen dieser Teilchen muß man dabei freilich verzichten, kann aber trotzdem noch Messungen ausführen, bei denen es sich um Größen von etwa 0·000004 Millimeter handelt.

Um Teilchen von so winzigem Durchmesser sehen zu können, stellten die Beobachter es an wie wir, wenn wir Sonnenstäubchen tanzen sehen wollen. Wir stellen uns dazu nicht in die Richtung des einfallenden Sonnenstrahles, sondern seitwärts davon, so daß ein vom Staub reflektierter, zu dem einfallenden ungefähr senkrecht stehender Strahl ins Auge gelangt. Als Untersuchungsobjekt benützten die beiden Forscher Goldrubinglas, welches

[1] Über Sichtbarmachung und Größenbestimmung ultramikroskopischer Teilchen, Annalen der Physik, Band 10 (1903), Seite 1.

zunächst, wenn es aus dem Glashafen geschöpft und abgekühlt wird, vollkommen farblos erscheint. Bei neuer Erwärmung bis zur Rotglut oder bei sehr langsamer Abkühlung ändert sich der Zustand des darin enthaltenen Goldes so, daß es dem Glase Färbung, und zwar rote, grüne, blaue oder violette, verleiht.

Zur Beobachtung der Goldteilchen wurde ein Glasstück an zwei zueinander senkrechten Ebenen sorgfältig geschliffen. Durch die eine Fläche fiel ein horizontaler Lichtstrahl des Beleuchtungsapparats, während die von ihm beleuchteten Goldteilchen von oben her durch ein Mikroskop beobachtet wurden. Da ergab sich denn als untere Grenze für Flächen, die noch der Beobachtung zugänglich sind, ein Quadrat von 0·000006 Millimeter Seitenlänge, wenn die benützte Lichtquelle 1000 Hefnerkerzen auf 1 Quadratmillimeter liefert. Zum Vergleich sei daran erinnert, daß die kürzesten Lichtwellen, die des ultravioletten Lichtes, etwa 0·0002 Millimeter lang sind. Um also Größen, wie man sie bei den Körpermolekülen vermutet, Körperchen von etwa 0·0000006 Millimeter, noch beobachten zu können, müßte man ganz erheblich

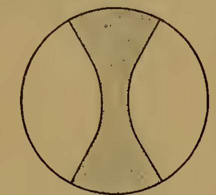


Bild von ultramikroskopischen Teilchen.

hellere Lichtquellen als das Sonnenlicht haben. Wahrscheinlich ist das Gold in dem Glase nicht in Würfel-, sondern in Blättchen- oder Lamellenform vorhanden. Es gelingt mit Hilfe dieser Methode, Goldteilchen zu erkennen, von denen erst tausend Billionen zusammen (1.000.000.000.000.000) ein Milligramm wiegen, also Mengen, die sich durch Flammenfärbung und Spektralanalyse nicht mehr nachweisen lassen.

Es wäre nun weit gefehlt zu glauben, daß man in solchen winzigen Stoffteilchen schon die Atome, die in der Chemie bisher als kleinste Bestandteile der Elemente angenommenen Körperchen, vor sich habe. Einerseits sind Atome in freiem Zustande nicht existenzfähig, sondern nur in der Zusammensetzung zu Molekülen; anderseits hat uns die Betrachtung der unsichtbaren Strahlungen gezeigt, daß auch die Atome noch wieder spaltbar sind, und diese Entdeckung dient zur Aufhellung einiger weiteren Unregelmäßigkeiten in den Beziehungen der Elemente zueinander.

„Woran liegt", so fragte Sir William Ramsay in seiner auf der Naturforscherversammlung zu Kassel (1903) gehaltenen Rede, „die Schwierigkeit, einfache Beziehungen zwischen den Atomgewichten der Elemente aufzufinden? Sind etwa Gewicht und mit ihm die Masse oder Trägheit veränderlich?"

Verweilen wir einen Augenblick bei dem Begriff Atomgewicht. Mit diesem Ausdruck bezeichnet man bekanntlich die kleinste Gewichtsmenge eines Elements, welche in das Molekül einer chemischen Verbindung einzutreten vermag. Die Atomgewichte sind nur relative, d. h. durch Vergleich mit einem willkürlich angenommenen Grundmaß erhaltene Zahlen. Als diese Grundlage nimmt eine große Anzahl hervorragender Chemiker das Atomgewicht des Sauerstoffs = 16·00 an. Selbstverständlich ist diese Zahl eine willkürliche, aber willkürlich sind im Grunde genommen alle unsere Maße und Gewichte; denn auch das Meter, das Kilogramm und das aus ihnen abgeleitete Liter stehen keineswegs in einem genau bestimmten, sondern nur in einem annäherungsweisen Verhältnis zum Erdmeridian; aber man hält an ihnen mit Rücksicht auf die Unmöglichkeit, diese Maße fehlerfrei darzustellen, fest. Dem heutigen unveränderlichen, konventionellen Meter entspricht in der Chemie die unveränderliche Basis O (Oxygenium, Sauerstoff) = 16.

Nun erheben sich neuerdings zahlreiche Stimmen, welche verlangen, daß ein weniger konventionelles Grundmaß der Atomgewichtsbestimmung angenommen werde. Sie schlagen den Wasserstoff, als das leichteste aller Elemente, zur Grundlage vor. Ihr Verlangen wäre, wie Professor B. Brauner[1]) kürzlich nachgewiesen, berechtigt, wenn damit ein sicheres und unveränderliches Maß gegeben wäre. Das ist aber leider nicht der Fall. Der Wasserstoff (H, d. h. Hydrogenium) ist sehr schwierig ganz rein herzustellen, so daß bei den Berechnungen verschiedener Chemiker je nach der Reinheit und Trockenheit des verwendeten H sich ein verschiedenes Gewicht ergeben hat. Früher nahm man an, daß 1 Liter H 0·08958 Gramm wiege, während heute die Zahl 0·089873 oder gar 0·09001 als korrekt angenommen wird. Wenn nun auch das Atomgewicht H = 1 gesetzt wird, so ergibt sich doch für die übrigen Elemente, da ja zur Berechnung ihrer Atomgewichte nicht diese Zahl 1, sondern das Gewicht des Wasserstoffs und die Zahl der darin enthaltenen Atome verglichen werden muß, ein verschiedenes Atomgewicht, je nachdem man die erste, zweite oder dritte der drei obigen Zahlen zu Grunde legt. Eine genaue Bestimmung des Atomgewichtes des Sauerstoffs unterliegt nicht den gleichen großen Schwierigkeiten. Die auf O = 16 bezogenen Atomgewichte würden allesamt nur dann eine Änderung erfahren, wenn mit genaueren Hilfsmitteln einmal genauere Resultate für Sauerstoff erhalten würden; sie bleiben aber unberührt von einer genaueren Ermittlung des am allerschwierigsten zu bestimmenden Verhältnisses, d. h. des Verhältnisses zwischen dem Wasserstoff und dem Sauerstoff. Ferner zeigt das Beziehen der Atomgewichte auf die Basis O = 16 sofort an, daß die Atomgewichtszahlen nur relative sind, indem sie nur das Verhältnis der Masse ausdrücken, in welchem sich die chemischen Grundstoffe miteinander verbinden oder aufeinander wirken.

Für den Anfänger scheint es genügend zu wissen, daß das Atomgewicht H = 1, O = 16, C (Kohlen-

[1]) Bulletin internat. Prague, VI. Année, Seite 149 ff.

stoff) = 12, N (Stickstoff, Nitrogenium) = 14, Cl (Chlor) = 35·5 ist. Man kann ihn darauf hinweisen, daß in der gleichen Volumeinheit von 11·2 Liter die betreffende Zahl in Gramm enthalten ist, also 11·2 Liter Stickstoff 14 Gramm wiegen. Erst später wird man sagen, daß diese Zahlen nicht genau sind, daß von allen diesen Gasen der Sauerstoff verhältnismäßig am leichtesten rein darstellbar ist und deshalb für die Atomgewichte als Grundlage den Vorzug verdient, daß also die Volumgewichte der anderen Gase auf die 16 Gramm wiegende Volumeinheit Sauerstoff bezogen werden und daß hiebei H nicht genau = 1 Gramm, sondern = 1·00638 Gramm ist. Welche Unterschiede sich im Atomgewichte ergeben, je nachdem man die Grundlage O = 16 oder H = 1 wählt, zeigt die von der internationalen Atomgewichtskommission veröffentlichte internationale Atomgewichtstabelle (siehe Anhang III). Bequemer erscheint die auf den Sauerstoff bezogene Tabelle, da sie weit mehr ganze Zahlen liefert; ob das für ihre größere Zuverlässigkeit spricht, ist eine andere Frage, da sich Mutter Natur um unsere Dezimalen herzlich wenig kümmern dürfte.

Das von dem russischen Forscher Mendelejeff aufgestellte periodische System der Elemente versucht Ordnung in die unbotmäßigen Gesellen zu bringen, indem es sie nach ihren Atomgewichten in Reihen mit ähnlichen Eigenschaften aufmarschieren läßt. Aber die luftigen Rekruten sind nicht dazu zu bringen, richtigen Abstand zu halten. So beträgt z. B. für die erste wagrechte Reihe Mendelejeffs, die Elemente Lithium, Beryllium, Bor, Kohlenstoff, Stickstoff, Sauerstoff, Fluor und Neon enthaltend, die Differenz zwischen je zwei Nachbarn 2·07, 1·9, 1·0, 2·04, 1·96, 3 und 1. Alle diese Ziffern wären abgerundet Produkte der Eins, und so könnten wir annehmen, daß an den Stellen, wo der Abstand das Zwei- oder Dreifache von Eins beträgt, z. B. zwischen Lithium und Beryll oder zwischen Sauerstoff und Fluor, noch ein oder zwei uns bisher unbekannte Elemente fehlen; aber was berechtigt uns, die Atomgewichte in dieser Weise abzurunden? Das sind eben die Hebel und Schrauben, mit denen wir der Natur abzuzwingen versuchen, was sie uns nicht offenbaren mag. Zwischen den Gliedern der ersten Serie (senkrechten Reihe) des Systems, den Elementen Lithium, Natrium, Kalium, Rubidium, Cäsium, bestehen gleichfalls merkwürdige Differenzen, nämlich 16·02, 16·10, 3 × 15·42 und 3 × 15·87, also nahezu 16 oder ein Vielfaches von 16. Regelmäßigkeiten scheinen also vorhanden zu sein und Ramsays oben zitierte Frage, ob etwa die Atomgewichte veränderlich sind, ist durchaus berechtigt, sosehr sie auch gegen unsere früheren Anschauungen von der Konstanz der Elemente zu verstoßen scheint.

Zur Bejahung dieser Frage scheinen zahlreiche, auf verschiedene Weise unternommene Versuche zu führen. Das Atomgewicht des Stickstoffs beträgt nach verschiedenen Bestimmungsweisen etwas über 14; dagegen fand Miß Aston bei Untersuchung endothermischer Verbindungen des Stickstoffs, d. h. solcher Verbindungen, die sich unter Wärmeverbrauch bilden, daß aus ihnen sich für dieses Element ein Atomgewicht von etwa 13·9 ergibt. Heydweiller untersuchte, ob bei chemisch sich verbindenden Körpern das Gesamtgewicht ein anderes werde. Er führte bei 20 Umsetzungen sorgsame Wägungen aus und diese ergaben in 15 Fällen so kleine Abweichungen von der Gewichtssumme der sich verbindenden Stoffe, daß man Beobachtungsfehler annehmen konnte, während fünf Wägungen eine größere Abnahme des Gewichtes zeigten; allerdings betrug auch diese noch nicht 0·0001 % des Gesamtgewichtes; ein Beweis, wie schwierig derartige Untersuchungen sind. Die Akademie der Wissenschaften zu Berlin bewilligte kürzlich dem Geheimrat Landolt, der sich auch mit solchen Versuchen beschäftigt, 4500 Mark zur Beschaffung einer genauen Wage für Untersuchungen über Änderung des Gesamtgewichtes chemisch sich verbindender Körper.

Erinnern wir uns hier noch einmal der jüngst von Ramsay und Soddy gemachten wunderbaren Entdeckung, wonach das Radium, dem alle Eigenschaften eines Elements zukommen, sich in Helium verwandelt unter Abschleuderung von Partikelchen, welche elektrische Ladungen mit sich tragen. Dreierlei „Emanationen" gehen von den Radiumsalzen aus: erstens die sogenannten α-Strahlen, in Wirklichkeit keine „Strahlen", wenn man dieses Wort in seiner ursprünglichen Bedeutung auf wellenförmige Bewegungen des Äthers anwendet, sondern abgestoßene Partikelchen, deren Geschwindigkeit und Bewegungskraft so ungeheuer ist, daß sie dünne Scheiben von Glas oder Metall durchdringen können; zweitens die β-Strahlen, ebenfalls keine Wellenbewegungen, sondern ein Gas oder eine Emanation, welche sich verdichten läßt und ein besonderes Spektrum besitzt; drittens wirkliche Wellen, welche Bleischeiben von beträchtlicher Dicke zu durchdringen vermögen. Die Tatsache, daß das Radium, ein Element von sehr großem Atomgewichte, Helium abspaltet, das leichteste bekannte Element nach dem Wasserstoff, läßt sich vielleicht dahin deuten, daß die höheren Mitglieder der Elementenreihen Vielfache oder Polymere der niedrigen sind, oder daß letztere aus den ersteren durch Abgabe der Emanationen, Elektronen, oder wie man diese geheimnisvollen Ausströmungen sonst nennen will, hervorgegangen sind. Sicher ist nur, daß die bislang für Muster von Ureinfachheit gehaltenen Atome in sich noch ganze Welten bergen, Welten des Unsichtbarsten und Geheimnisreichsten, das sich nur denken läßt, in die einzudringen dem Auge niemals vergönnt sein wird, die nur der Geist mittels des aufs feinste geschärften Rüstzeuges wissenschaftlicher Methode ergründen kann. So erweitert der Mensch mühevoll, aber rastlos das Reich der Erkenntnis, einerseits nach der Seite des unbegreiflich Fernen, unermeßlich Großen bis in die fernsten Nebelwelten des Alls schweifend, anderseits nach der Richtung des über alle Begriffe Winzigen und Geschwinden in die Mysterien des Atoms eindringend. Und, obwohl er von Natur für die eine wie für die andere Art dieser Forschungen höchst mangelhaft ausgerüstet ist, die Erfolge sind auf seiner Seite und ermutigen durch-

aus zu weiterem Vordringen auf den eingeschlagenen Wegen.

Elektrische, akustische und optische Probleme.

Als ich einem aufmerksamen Zuhörer kürzlich die Tatsachen und Theorien der neuen Strahlungen auseinanderzusetzen versuchte, erhielt ich, obwohl verstanden, doch schließlich die Frage zurück: Ja, aber was nützen denn diese Forschungen alle? Sicherlich ist auch manchem Leser der vorhergehenden Abschnitte diese Frage aufgestiegen. Es läßt sich eine doppelte Antwort darauf geben: Zunächst stillen sie den unbezähmbaren Wissensdrang, der nun einmal, ob uns zum Heil oder Unheil, in unsere Brust gesenkt ist, und wenn der alte Claudius vielleicht auch zu diesen Dingen gedacht hätte: wir treiben viele Künste und kommen weiter von dem Ziel — die moderne Welt denkt anders und glaubt einem sicheren Ziele der Erkenntnis entgegenzusteuern. Ferner aber bringen alle derartige Forschungen, so theoretisch grau sie auch anfangs uns anmuten, schließlich doch als hochwillkommene Zugabe praktischen Gewinn, und von einigen dieser praktischen Ergebnisse soll nunmehr berichtet werden.

Kaum zehn Jahre sind verflossen, seit Hertz seine elektrischen Wellen auf einige Meter Entfernung nachweisen konnte, und heute schickt Marconi bereits Wellen über den Ozean, die sich nur quantitativ von den Hertzschen unterscheiden. Damit kommt die Wissenschaft den Forderungen des enorm gesteigerten Seeverkehres der Gegenwart nach neuen Verständigungsmitteln entgegen, nachdem die bisherigen Mittel sich allesamt als unzureichend erwiesen haben. Wir hatten bisher die Flaggensignale bei Tage, farbige, in neuester Zeit meistens elektrisch betätigte Laternen, Leuchtkugeln, Raketen für die Nacht; soweit das Auge reicht, ist auf Grund des internationalen Signalbuchs eine Verständigung der gesamten Schiffahrt treibenden Welt von Schiff zu Schiff ohne weiteres ermöglicht. Bei unsichtigem Wetter und nachts helfen ferner die akustischen Signale, als Dampfpfeifen, Sirenen, Nebelhörner, Glockensignale unter Wasser, Unheil verhüten.

Aber selbst diese modernsten Verständigungsmittel versagen, und zwar da, wo Auge und Ohr an den Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit anlangen. Hat ein Schiff diese Grenze überschritten, so war es bisher so lange von der übrigen zivilisierten Welt abgeschnitten, bis es wieder in den Gesichtskreis eines anderen Fahrzeuges oder der Küste gelangte. Da wurde auf Grund der rein theoretischen Versuche des Professor Hertz die Funkentelegraphie erfunden und in schneller Arbeit praktisch ausgestaltet und vervollkommnet. „Die Hindernisse," schreibt Professor O. Flamm,[1]) „welche bisher einem Verkehr zwischen weit entfernten und nicht miteinander verbundenen Punkten entgegenstanden, sind gefallen, und wo eine neue Grenze diesem neuen Verständigungsmittel sich entgegenstellen wird, das anzugeben ist heute unmöglich! Ist es doch Marconi bereits gelungen, funkentelegraphisch über den Atlantischen Ozean zu sprechen. Welchen enormen Vorteil diese neue Verständigungsmethode unserer modernen Schiffahrt bringen muß, ist aus dem früher Gesagten verständlich. Die wichtige Botschaft über Begebnisse an Bord, seien sie freudiger, seien sie ernster Natur, läßt sich schon jetzt auf viel weitere Entfernungen hin von der See aus mitteilen, als das bisher der Fall war. Irgend eine Gefährdung des einzelnen Schiffes, irgend eine wichtige Meldung im Seekriege, alles läßt sich viel weiterhin, viel rascher, viel sicherer den anderen, die danach ihre Maßnahmen treffen sollen, mitteilen. Auch der Nebel, der gefährlichste Feind der Schiffahrt, verliert einen großen Teil seiner Schrecken; denn das entgegenkommende fremde Fahrzeug läßt sich leicht ermitteln und vermeiden. Die Sicherheit des gesamten Seeverkehres, des gesamten Betriebes unserer Schiffahrt wird durch das neue Verständigungsmittel bedeutend gesteigert und wird ihre Rückwirkung auf den wirtschaftlichen Aufschwung der Schiffahrt treibenden Nationen ausüben müssen! Hierin liegt der große Wert der Funkentelegraphie für die moderne Schiffahrt, ein Wert, der kaum hoch genug geschätzt werden kann."

Dieser Wichtigkeit entsprechend sehen wir die Küsten, besonders die englischen, die der deutschen Nordsee und der gesamten Ostsee, mit einem Netz funkentelegraphischer Stationen überzogen, und unausgesetzt wird an der Vervollkommnung des Apparats gearbeitet. Einen wichtigen Bestandteil desselben bildet der Kohärer, ebenfalls so eine gelegentliche Laboratoriumsentdeckung, deren Tragweite zunächst niemand erkannte. Dieser einfache Apparat, eine Röhre mit Metallspänen, nimmt die elektrischen Wellen, die von den Sendedrähten ausgehen, auf und registriert sie, muß aber nach der jedesmaligen Aufnahme einer solchen Welle mechanisch erschüttert werden, damit die zwischen den Metallspänen entstandenen Kontakte sich wieder lösen. Dieser Vorgang der Entfrittung bringt einen großen Zeitverlust, da die langsame, mechanische Arbeit des klopfenden Hammers den Schwingungen nicht so schnell folgen kann. Drahtlose Telegramme lassen sich also weit langsamer befördern als Drahtsendungen. Diesem Übelstande versprechen die Erfindungen zweier Forscher, des deutschen Arztes Hornemann zu Halle und des Franzosen Branly, abzuhelfen, deren Kohärer keiner mechanischen Entfrittung bedürfen und dennoch weit empfindlicher sind. Für die nähere Beschreibung der Apparate sei auf die unten stehenden Quellen verwiesen, nach denen dem Deutschen die Priorität gebührt.[1])

Daß wir auch sonst Marconis und des Auslands nicht bedürfen, zeigt eine Auslassung des Grafen Arco, des Chefs der funkentelegraphischen Abteilung der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft. Gefragt, ob die Gesellschaft ebenso wie Marconi die Verbindung über den Atlantischen Ozean übernehmen würde, äußerte er zuversichtlich, es fehle nur an einer entsprechenden Bestellung, solche

[1]) Die Funkentelegraphie, von C. Arlt, Ingenieur. Mit einer Abhandlung: Wert der Funkentelegraphie für die moderne Schiffahrt von O. Flamm, Leipzig 1903.

[1]) Prometheus, Band XIII, Nr. 664. Annal. der Physik, IV. Folge, Band 7.

Stationen seien nicht billig, der Preis für die Anlage würde sich auf 80 bis 90 Tausend Mark stellen. Es handelt sich dabei um Aufstellung von möglichst ausgedehnten Luftleitern, wie in der großen amerikanischen Marconistation in Poldhu; hier sind die die Strahlen aussendenden Drähte in Form eines mit der Spitze nach unten gekehrten Trichters von 60 Meter Höhe angeordnet. Der Trichter soll sich aus etwa 180 Drähten zusammensetzen und die Kapazität von mehreren großen Leidener Flaschen haben. Dieser Umstand bindet aber die Funkentelegraphie für weitere Entfernungen stets an Landstationen. Schiffe könnten solche Ferntelegramme zwar mit ihren verhältnismäßig schwachen Luftdrähten auffangen, aber nicht zurückgeben. Der erste Sturm würde ein entsprechend starkes System von Sendedrähten auf einem Schiffe glatt rasieren.

Für das Verständnis der drahtlosen Telegraphie bietet der Umstand Schwierigkeiten, daß die Wellen über weite Strecken hinweg an das Ziel gelangen, trotz der Krümmung der Erdoberfläche. Sicher ist schon oft im stillen die Frage erwogen, ob es nicht möglich wäre, durch künstliche Elektrisierung der Erdkugel telegraphische Zeichen in entfernten Orten zu erzeugen. E. Lecher zieht diese Frage aufs neue in Erwägung.[1]) Ein solcher Versuch erscheint schwierig, wo nicht gar unmöglich. Ist es doch zunächst kaum einzusehen, wie ein dauernder Anstieg der elektrischen Erdladung (des Erdpotentials) um einige Volts bemerkt werden könnte, angenommen, das viel schwierigere Problem einer künstlichen Elektrisierung wäre gelöst. Zu letzterem Zwecke ließen sich ja vielleicht Kondensatoren herstellen, deren Fassungskraft zu der Kapazität der Erde in einem nicht allzu kleinen Verhältnis stünde. Die Ladung solcher Kondensatoren würde, über die ganze Erdoberfläche verteilt, auch das Potential der Erde heben, wenn nur nicht in jedem Kondensator gleichzeitig positive und negative Elektrizität vorhanden wäre, wobei es ganz unmöglich ist, die nicht zur Ladung verwendete Elektrizitätsart wegzuschaffen, man müßte sie denn sehr weit von der Erde wegleiten können, etwa hinauf zum Monde.

Das geschieht nun aber in gewissem Sinne bei der drahtlosen Telegraphie. Man schickt in einem vertikalen Geberdraht die eine Elektrizitätsart wirklich weg von der Erde, sie tritt eine Reise nach aufwärts an. Bevor sie aber noch eine kleine Strecke, etwa 50 Meter oder mehr, in dem Leiter emporgeeilt ist, wird sie wieder zurückgeholt und so fort.

Jede Antenne (d. h. jeder Leiter) ist geerdet, sei es direkt, sei es durch Vermittlung eines Kondensators. Hiedurch wird die Erde an der betreffenden Stelle, z. B. in England, durch die elektrischen Schwingungen in den langen vertikalen Drähten in einem regelmäßigen Tempo abwechselnd positiv und negativ geladen. Diese Ladungen pflanzen sich nun an der Erdoberfläche fort, genau wie Flüssigkeitswellen an der Oberfläche des Wassers. So werden denn die Fußpunkte der Auffangeantennen in Amerika abwechselnd mit positiver und



Turm einer Marconistation.

negativer Ladung versehen und dadurch entstehen in ihnen die auf den Kohärer wirkenden Schwingungen. Daß diese abwechselnden Ladungen der einzelnen Oberflächenstellen von senkrecht zur Erdoberfläche stehenden Schwingungen in der Atmosphäre begleitet sind, daß, mit anderen Worten, Hertzsche Ätherwellen dabei zu stande kommen, ist ja selbstverständlich, nach dieser Anschauungsweise aber fast Nebensache. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt A. Koepsel, welcher dartut, daß die Wirkungen, die ein gewöhnlicher Sendeapparat auf die Erde ausübt, derartig sind, daß ihr elektrisches Potential davon erheblich beeinflußt wird. Er zeigt, daß die Erde durchaus keine so außerordentlich große elektrostatische Kapazität besitzt, und gibt einen theoretischen Beweis für die Möglichkeit, das Potential einer Kugel dieses Umfangs mit den beschränkten Mitteln der modernen drahtlosen Telegraphie in erheblichem Maße zu stören. Nach diesen beiden Physikern hätten sich also die Marconischen transatlantischen Versuche als Erdtelegraphie erwiesen, und wir hätten die Erde durch künstliche Elektrisierung wirklich, was eingangs unmöglich erschien, zur Übermittlung telegraphischer Botschaften gezwungen.

Kehren wir hier noch einen Moment zu den oben erwähnten Schallsignalen auf See

[1]) Physikalische Zeitschrift, 4. Jahrgang 1903, Nr. 10.

zurück. Auch über sie sind vor einiger Zeit von der „Trinity House-“Brüderschaft auf der Insel Wight umfassende Versuche angestellt worden, welche ergeben haben, daß diese Signale, soweit sie auf Verwendung von Sirenen beruhen, noch sehr verbesserungsfähig sind. Besonders eine neue siebenzöllige Scheibensirene erzeugt sehr tiefe Töne, die bedeutend weiter hörbar waren, als die einer gleich großen Zylindersirene alter Form. Bei ruhigem Wetter war die Scheibensirene noch in 20 Seemeilen Entfernung deutlich hörbar, die Zylindersirene nur halb so weit, während bei Gegenwind und unruhiger See das Verhältnis sich gelegentlich umkehrte und die höheren Töne der letzteren weiter vernehmbar waren.

Merkwürdige Erscheinungen zeigten sich bei diesen Versuchen. Sehr auffallend und schwer erklärbar war der sogenannte „Schallschatten“. Die Signale wurden in mehreren Fällen bei einer Entfernung von 2 bis 3 Seemeilen unhörbar, traten aber bei größerer Entfernung wieder deutlich und voll hervor und blieben nun bis auf eine weite Strecke ungestört hörbar. Diese seltene Erscheinung tritt besonders bei ruhigem Wetter und glatter See auf.

Nicht minder merkwürdig sind die einigemale vorgekommenen Fälle von See-Echo, bei denen die Sirenentöne fast sofort durch widerhallende Töne verstärkt und häufig um 30 Sekunden verlängert wurden. Das Echo schien in der Verlängerung der Schalltrichterachse seinen Ursprung zu haben und sich mit großer Geschwindigkeit über die Meeresfläche zu verbreiten, als ob eine zerstreute Schar Trompeter in schneller Aufeinanderfolge von allen Seiten des Horizonts her bliese. Wie der Schallschatten trat auch dies Phänomen bei klarem und ruhigem Wetter auf, ohne daß ein Schiff, das etwa den Schall hätte reflektieren können, in Sicht war. Man muß mit Tyndall annehmen, daß es sich hier um Reflexionen zwischen Luftschichten verschiedener Dichtigkeit, sogenannten „akustischen Wolken“, handelt.[1])

Diese Versuche zeigen, ein wie unsicheres, wenn auch vorläufig noch unentbehrliches Hilfsmittel der Schiffahrt die akustischen Nebelsignale bilden; hoffentlich treten dereinst die zuverlässigeren elektrischen Wellen an ihre Stelle.

Eine niederschlagende Entdeckung ist neuerdings auf dem Gebiete der Spektralanalyse gemacht worden. Bekanntlich zieht man aus dem Aussehen des Spektrums eines Gestirns weitgehende, für sehr zuverlässig gehaltene Schlüsse auf die dort herrschenden physikalischen Verhältnisse. Die Begründer der Spektralforschung glaubten anfangs, daß jedem Elemente unter allen Umständen ein ganz bestimmtes Spektrum angehöre, dessen Helligkeitsverteilung ausschließlich von der Temperatur abhängig sei. Später ergab sich, daß ein und dasselbe Element recht verschiedenartige Spektra zeigen kann, je nach der Art, wie man es zum Leuchten bringt. So weist z. B. das Spektrum der zwischen zwei Elektroden desselben Metalls überspringenden elektrischen Funken vielfach ganz andere Linien auf, als man im Spektrum des zwischen denselben Elektroden erzeugten Lichtbogens beobachtet, und wieder ein anderes Spektrum entsteht, wenn man das betreffende Metall durch Verbrennung zum Leuchten bringt.[1])

An der Sonnenwarte zu Potsdam ausgeführte Untersuchungen weisen ferner nach, daß die für das Funkenspektrum charakteristischen Linien, z. B. die Magnesiumlinie λ 4481, nicht immer, wie man annahm, durch die wesentlich höhere Temperatur bedingt werden, sondern sich auch im Bogenspektrum erzeugen lassen, wofern man nur den Lichtbogen in einer Wasserstoffatmosphäre oder unter Wasser zu stande kommen läßt; denn auch im letzteren Falle werden die Elektroden durch den im Wasser elektrolytisch gebildeten Wasserstoff umhüllt. Auch Verminderung der Stromstärke des Lichtbogens kann das Auftreten der Magnesium-Linien bewirken. Bisher zog man aus der Anwesenheit gewisser, besonders der Magnesium-Linien in einem Sternspektrum wichtige Schlüsse auf die Temperatur, die auf dem betreffenden Fixstern herrschen müsse. Diese Schlüsse erscheinen nun recht zweifelhaft und die auf den astronomischen Observatorien angehäuften Schätze photographisch fixierter Sternspektra werden wohl allmählich einer Revision unterzogen werden müssen.[2])

Auch noch ein anderes Ergebnis der Sternspektralforschung erscheint gefährdet. Die Lage der hellen und dunklen Linien im Spektrum, für gewöhnlich unveränderlich, erleidet geringe Verschiebungen nach rechts oder links, wenn der das Licht aussendende Körper sich mit großer Geschwindigkeit dem Prisma nähert oder von ihm entfernt. Im ersteren Falle verschieben sich die Spektrallinien gegen das violette, im zweiten gegen das rote Ende des Spektrums. Nun hat sich herausgestellt, daß solche Linienverschiebungen auch auftreten können, wenn die elektrischen Entladungen in komprimierten Gasen vor sich gehen, daß ferner bei allmählicher Steigerung des Atmosphärendrucks Verbreiterungen und schließlich Umkehrungen der hellen Linien sich vollziehen. Eine Photographie des Eisenspektrums, wie es zwischen zwei Eisenelektroden überspringende Funken ergeben, bei gewöhnlichem Luftdruck ist durchaus verschieden von einem solchen bei 53 Atmosphären. Letzteres würde man zu Kirchhoffs Zeiten unbedingt für ein Absorptionsspektrum erklärt haben. Also auch in dieser Hinsicht sind die Schlüsse, welche man aus spektralanalytischen Beobachtungen auf die physikalischen Zustände der Gestirne zog, unsicherer und schwieriger geworden. Dieselbe Wirkung kann sich aus verschiedenen Ursachen ergeben, eine Verschiebung der Linien z. B. entweder von der Bewegung des Gestirns oder von den in seiner Atmosphäre herrschenden Druckverhältnissen herrühren. Die Astronomen werden seufzen!

[1]) Annalen der Hydrographie 1902, Heft 7 und 8.

[1]) Das Allgemeine über Spektralanalyse s. Jahrgang I, S. 15.

[2]) Sitzungsbericht der Berliner Akademie der Wissenschaften 1903, IV und XII.

Mineralogisches.

So scharf gezogen auch die Grenzlinie zwischen dem Unorganischen, ewig Starren, Leblosen und dem Organischen, Weichen, Beseelten, Lebendigen erscheint: die Natur selbst will anscheinend diese Linie nicht immer respektieren und verführt uns von Zeit zu Zeit stets wieder, dem Unbelebten Eigenschaften und Kräfte zuzuschreiben, die der einfache Menschenverstand nur den Organismen zugesteht.

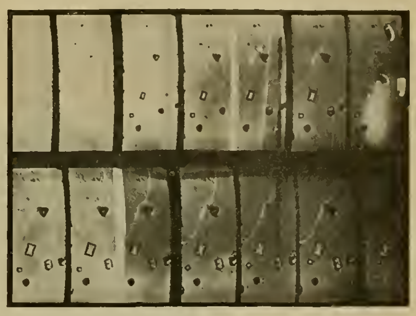
So hat z. B. Professor Heyn jüngst Krankheitserscheinungen in Eisen und Kupfer entdeckt.[1]) Wer das Verhalten unserer Metalle, insbesondere des Eisens, genauer verfolge, komme allmählich zu der Anschauung — die übrigens große Philosophen schon längst begründet haben — daß sich in diesen anscheinend leblosen Körpern eine Art Leben rege, bedingt durch geheimnisvolle Kräfte, deren Wesen uns ebenso unerklärlich bleibt wie das der Lebenskräfte, welche die organische Welt regieren. Schon beim Stahl könnte man aus rein äußerlichen Gründen im Zweifel sein, ob er in das anorganische oder organische Gebiet gehört, so sehr steht er auf der Grenze beider. Ist er doch, wie das technisch erzeugte Eisen überhaupt, eine Legierung von Eisen mit einer Eisenkohlenstoffverbindung, und die Kohlenstoffverbindungen spielen eine große Rolle im Reiche des Organischen. Welches Leben entfaltet sich in dem scheinbar toten Stahl unter Temperatursteigerungen!

Bereits bei 250—300° C. hat Flußeisen einen vollständigen Wechsel seiner Eigenschaften durchgemacht: es geht durch die Zone des Blaubruchs hindurch und ist außerordentlich empfindlich gegen Formänderung. Bei etwa 700° treten im kohlenstoffhaltigen Eisen Kräfte auf, die einen vollständigen inneren Umbau bewirken. Bei einem bestimmten Wärmegrad verliert Eisen die Eigenschaft, der magnetischen Kraft zu folgen, es hat eine ausgesprochene Metamorphose durchgemacht. Von gewissen Wärmegraden ab scharen sich die kleineren, das Eisen aufbauenden Kristalle zusammen zu größeren Verbänden und wachsen. Als Beispiel solchen Kristallwachstums führt uns der Kinematograph in 100facher Vergrößerung das in 1/4 Sekunde sich vollziehende Wachsen mehrerer Jodkaliumkristalle vor.

Beim Überschreiten gewisser Temperaturgrenzen treten wesentliche Eigenschaftsveränderungen, selbst Krankheitserscheinungen in den Metallen auf. Eine derartige Krankheit ist die Blaubrüchigkeit des Eisens. Auch der Hinzutritt geringer Mengen fremder Stoffe, die man mit Giften vergleichen könnte, bewirkt Krankheitserscheinungen, z. B. die „Wasserstoffbrüchigkeit" des Eisens, bei der außerordentlich geringe Mengen Wasserstoff ganz erhebliche Störungen hervorrufen. Beide Krankheitserscheinungen sind durch geeignete Behandlung heilbar, andere aber lassen sich nicht ausheilen, es sei denn, daß das Metall völlig umgeschmolzen werde, sozusagen in die Jungmühle komme.

[1]) Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1902, S. 115 ff.

Vielfach erscheint Überhitzung als Ursache der Erkrankung. Kesselbleche, Walzdraht werden dadurch so spröde, daß sie bei geringfügigen Erschütterungen zerbrechen. Durch geeignetes Glühen läßt sich die durch Überhitzung erzielte Sprödigkeit beseitigen, aber nur beim Eisen, nicht beim Kupfer. In letzterem nimmt mit steigender Überhitzung die Größe der Kristalle langsam zu, nicht jedoch beim Eisen. Die Größe der Eisenkristalle wird vielmehr durch die Geschwindigkeit beeinflußt, mit welcher die Abkühlung aus der Überhitzungstemperatur erfolgt. Der Grund dafür scheint in folgendem zu liegen.

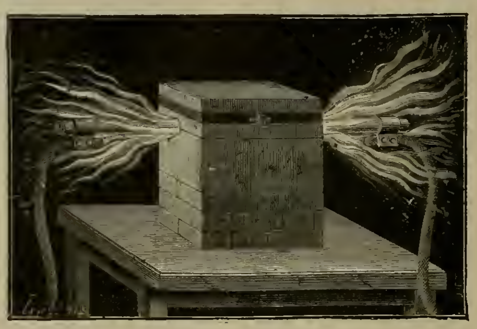


Kinematographische Aufnahme wachsender Jodkaliumkristalle.

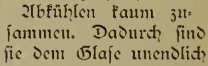
Wenn man kohlenstoffarmes Eisen aus Temperaturen über 900° abkühlt, so stellen sich bei ungefähr 900 und 775° plötzliche Wärmeentwicklungen ein, welche auf innere Umwandlungen im Eisen, auf eine Art Änderung des Aggregatzustands schließen lassen. Dieser Übergang ist von einer Kristallisation begleitet, was nicht ausschließt, daß auch schon über 900° Kristalle bestimmter Größe und Art bestanden. Je rascher die Abkühlung, um so kleiner bleiben die Kristalle, je langsamer, um so größer werden sie. Beim Kupfer ist ein Umwandlungspunkt, der dem des Eisens bei 900° entspricht, nicht vorhanden.

Dr. Bechhold spricht in der „Umschau" (VI., Nr. 46) die Erwartung aus, es werde künftighin einmal gelingen, durch die Produktion von Impfkristallen in der Metallurgie die langsamen Zustandsänderungen der Metalle zu beschleunigen. Eine ganze Reihe von organischen und besonders von unorganischen Körpern erleidet bei einer scharf abgegrenzten Temperatur eine Umwandlung ihres inneren Gefüges oder geht, wie man es nennt, in eine andere Phase über. Diese Umwandlung vollzieht sich rasch, wenn die Umwandlungstemperatur erheblich über- beziehungsweise unterschritten ist. In der Nähe dieser Temperatur bedarf es meist eines äußeren Anstoßes, um die Umwandlung zu bewerkstelligen. Wasser z. B. läßt sich ohne zu gefrieren erheblich unter 0° abkühlen und wird dann plötzlich zu Eis, wenn man einen Eiskristall hineinbringt. Reines Glyzerin läßt sich mit den gewöhnlichen Kältemitteln überhaupt nicht zum Gefrieren bringen, wenn man nicht einen Glyzerinkristall vorrätig hat, die Kristallisation ein-

zuleiten. Diese Hilfe nennt man „Impfen". Metalle können auch einer „Infektion", einer Krankheitsansteckung, unterliegen. Es ist vorgekommen, daß Schiffsladungen Bankazinn, als sie in einem nordischen Hafen einliefen, völlig zu Staub zerfallen waren. Aus Orgelpfeifen in einer schlesischen Kirche waren ganze Stücke zerstäubt und hatten ein Loch hinterlassen: sie zeigten eine sich ausbreitende offene Wunde. Diese als „Zinnpest" bezeichnete Erscheinung griff vor kurzem von dem alten, seit Jahren zerfallenen Rathausdach zu Rothenburg an der Tauber auf ein benachbartes Zinndach über. Zur Erklärung dieser Eigentümlichkeiten dient der Umstand, daß Zinn nur bei Temperaturen über 20° seine wertvollen metallischen Eigenschaften besitzt, darunter aber ein graues Pulver bildet. Die Umwandlung erfolgt bei starker Kälte sehr rasch, sonst aber unendlich langsam, wenn nicht eine Infektion erfolgt, d. h. wenn nicht ein Partikelchen der grauen Pulverart den Anstoß dazu gibt.



Elektrischer Ofen in Betrieb.



Wie geringfügige Mengen eines Stoffes bisweilen genügen, in dem Gefüge eines anderen die größten Umwandlungen hervorzubringen, beweist der Vanadiumstahl. Vanadium, eines der weniger bekannten Elemente von einem Atomgewichte, das dem des Eisens nahekommt, verleiht dem Stahl, selbst in Mengen von 3 bis 4‰ (pro mille) beigemischt, ganz hervorragende Eigenschaften. Der Festigkeitskoeffizient wächst vom Einfachen auf das Doppelte, so daß man die Dicke von Panzerplatten fast auf die Hälfte beschränken kann.

Wie kann nun die Anwesenheit so unbedeutender Mengen eines Metalls auf die Eigenschaften einer Mischung einen so wesentlichen Einfluß ausüben? Vielleicht erklärt sich die Sache durch die außerordentliche große Neigung, welche Vanadium für Sauerstoff besitzt; durch diese Affinität wird dem Eisen in flüssigem Zustand jede Spur von Sauerstoff, die Hauptursache seiner Brüchigkeit, entzogen. Was das bedeutet, beweist der Umstand, daß nach neueren Untersuchungen selbst mikroskopisch kleine Oxydkristalle ähnlich wie ein Diamantstrich auf dickstem Spiegelglase wirken können.

Während die meisten Stahllegierungen, Mangan-, Chrom-, Nickelstahl und andere ihre größte Härte durch Ablöschen erhalten, erzielt man das Härtemaximum bei Vanadiumstahl durch Erwärmung auf 700—800°. Infolgedessen lassen sich aus ihm Maschinen und Werkzeugteile, die sich während des Ganges erwärmen, anfertigen, da man sie aus solchem Material ohne Gefährdung der Form und Härte mit größter Geschwindigkeit funktionieren lassen kann. Der Vanadiumstahl verspricht deshalb zahlreiche wertvolle Anwendungen. Ob der gegenwärtig unternommene Versuch, den Hochofenprozeß durch die Gewinnung des Eisens im elektrischen Ofen zu verdrängen, weitere Fortschritte herbeiführen wird, muß die Zukunft lehren.

In der Bemeisterung der sprödesten Mineralien leistet die Gegenwart Hervorragendes. Beim kristallisierten Quarz oder Bergkristall genügt oft schon eine kleine Temperaturdifferenz, z. B. die Berührung mit warmem Wasser, um Risse hervorzubringen. Dennoch hat es eine in Herstellung und Verwendung hoher Temperaturen hervorragende Fabrik unternommen, Gefäße aus geschmolzenem Quarz herzustellen. Das Mineral wird im Knallgasgebläse geschmolzen und wie Glas geblasen, und die so hergestellten Gerätschaften, Röhren, Trichter, Probiergläschen, haben besonders für die Chemie wichtige Eigenschaften. Sie schmelzen nicht nur schwer, sondern dehnen sich beim Erwärmen nur sehr wenig aus und ziehen sich beim Abkühlen kaum zusammen. Dadurch sind sie dem Glase unendlich überlegen; man kann ein Quarzgefäß rotglühend machen und mit kaltem Wasser bespritzen und es springt nicht.

Bisweilen überwindet die Natur sogar ohne Hilfe die Starrheit ihrer Stoffe. Das Biegen einer Marmorplatte unter ihrem eigenen Gewichte beobachtete man auf einem Friedhof zu Washington. Die mit den vier Ecken auf starken Pfosten ruhende, zwei Zoll dicke Platte ist 33 Zoll breit und doppelt so lang. Sie hat sich seit ihrer Aufstellung im Jahre 1853, also in fast einem halben Jahrhundert, so stark gebogen, daß die Enden des Steines einen Zoll über dem äußeren Rande der tragenden Pfosten, auf dem sie früher geruht hatten, emporstehen, und in der Mitte der Platte beträgt die Verbiegung 3·05 Zoll. Auf der unteren Seite des aus weißen Bildhauermarmor bestehenden Steines hat die Spannung des Materials eine Menge kleiner Sprünge erzeugt, wie sie im Mörtel entstehen, wenn er sich biegt; trotzdem ist kein Brechen erfolgt.

Das Leben und seine Entwicklung.

(Biologie und Paläontologie.)

Die Selbstregulationen des Organismus. * Mechanismus und Vitalismus. * Wie Flora ihre Kinder formt. * Schmetterlingsphilosophie. * Die geschlechtsbestimmenden Ursachen. * Besiegt im »struggle for life«.

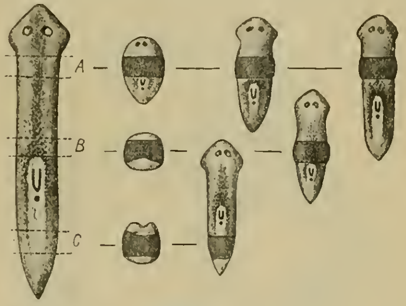
Die Selbstregulationen des Organismus.

So kunstreich und vollendet auch die mechanischen Erfindungen des menschlichen Geistes sind, immer wieder stellt sich heraus, daß die Natur in ihren Organen und Organismen die zweckmäßigsten Werkzeuge und Maschinen unendlich übertrifft. Da haben wir den Hebel: was ist er im Vergleich zu den Gliedmaßen eines Menschen! Das Fernrohr: wie weit bleibt es an Vollkommenheit der Anpassung an seine Zwecke hinter dem Auge zurück. Und nun gar ein lebendes Wesen, und wäre es das einfachste: mit welcher Erfindung könnte es wohl verglichen werden! Da reichen selbst die kunstvollsten Maschinen nicht aus.

Jeder Vergleich des Organismus mit einer Maschine hinkt und ist deshalb zu vermeiden. Ihr Unterschied liegt gerade darin, daß die Maschinenbedingungen, Arbeitsdominanten oder Systemkräfte, wie man sie neuerdings genannt hat, in der Maschine unveränderlich sind, im Organismus aber sich ändern; die Maschine kennt daher keine Mauserung, keine allmähliche oder plötzliche Anpassung an veränderte Lebensbedingung wie der Organismus. Letzterer folgt nicht nur periodischen Änderungen der Umgebung, z. B. der Jahres- und Tageszeiten, sondern zeigt oft auch plötzliche und stürmische Anpassungen, z. B. die plötzliche Vermehrung der roten Blutkörperchen beim Ballonaufstieg in große Höhen.

Haberlandt hat im Jahre 1899 gezeigt, daß eine javanische Liane (Conocephalus ovatus) nicht durch einen bloß physikalischen, maschinellen, sondern durch einen Lebensvorgang das durch die Wurzeln aufgesogene salzhaltige Wasser als fast reines Wasser durch die Blätter wieder ausscheidet. Als er nämlich die drüsigen Absonderungszellen, die Hydathoden, der Blätter durch Sublimatlösung vergiftete, hörte die Wasserausscheidung auf. Eine Maschine hätte sich in solchem Falle nicht zu helfen gewußt. Die Pflanze jedoch bildete in einigen Tagen anstatt der vergifteten, unterhalb der Blattoberhaut gelegenen Hydathoden neue Wasserausscheidungsorgane von ganz anderem Bau und anderer Herkunft, nämlich stecknadelkopfgroße Knötchen im Anschluß an das Gefäßsystem der Blätter. Wenn diese sehr empfindlichen Neubildungen nach etwa einer Woche durch Austrocknung zu Grunde gegangen sind, bilden sich auf der Unterseite des Blattes Wucherungen, die als Wasserblasen weiter fungieren und durch die sich das Blatt noch weiter erhält. Hier liegen also zweckmäßige Neubildungen vor, die sich durch keine natürliche Auslese, durch keinen Selektionsvorgang erklären lassen; denn eine Vergiftung der Hydathoden kann in der Natur gar nicht vorkommen.

Man hat derartige Vorgänge als Selbstregulationen im Organismus bezeichnet, ein Ausdruck, der wie so mancher andere in der Biologie der Technik entnommen ist. Eine selbsttätige Sperrvorrichtung, welche an Maschinerien gewisse unerwünschte Vorgänge verhindert, z. B. ein Ventil an einer Dampfmaschine, ein Pendel bei Uhrwerken, die Bremse, der Regulator bei Maschinen, der



Entwicklung dreier Planarienteilstücke zu neuen Strudelwürmern.

Thermostat, das sind maschinelle Regulationsvorrichtungen. Wir kennen derartige Einrichtungen seit langer Zeit auch am menschlichen Körper. Dort ist z. B. das Schwitzen bei großer Wärme nichts als eine Regulation, welche die Erhaltung der gleichmäßigen Körpertemperatur sichert; bei Nierenkrankheiten sucht das Herz durch erhöhte Tätigkeit die Blutmasse rascher durch die Nieren zu pressen und dadurch die mangelhafte Nierenfiltration auszugleichen. Die verstärkten Wadenmuskeln der Tänzerinnen, die verdickten Knochen der Lastträger sind funktionelle Anpassungen des Körpers und charakteristische Regulationen, welche der schädlichen Überanstrengung der Beine beziehungsweise der Überlastung des Körpers entgegenstreben.

Bisher waren nur wenige solcher Tatsachen bekannt und noch weniger durchschaute man ihre Bedeutung; erst die Untersuchungen von Pflüger, namentlich aber von Roux und H. Driesch haben ihre Wichtigkeit aufgedeckt und gezeigt, daß die Regulation eine Grundeigenschaft des Organischen ist. Wir geben hier zunächst nach einer Arbeit von Professor Dr. Francé einige hervorragende Beispiele solcher Selbstregulationen.[1])

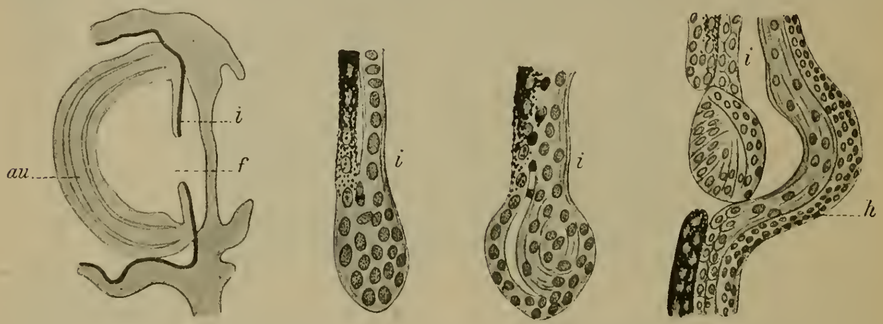
Durch viele Versuche an Seeigel- und Seesterneiern ist nachgewiesen, daß der Embryo sehr beträchtliche Schädigungen erträgt, ohne daß sein normaler Entwicklungsgang dadurch geändert oder

[1]) Die Umschau, Band VII (1903) Nr. 39 und 43.

unterbrochen wird. Seeigeleier in verschiedenen Entwicklungsstadien können beliebig zerschnitten, in einzelne Zellen zerlöst, in ihrem Verbande geändert, das heißt die einzelnen Zellen umgelagert werden, und trotzdem formt sich aus den Bruchstücken, ja selbst aus der einzelnen Zelle des Embryos immer wieder eine, wenn auch kleine, so doch normale Larve.

Der gewöhnliche schwarze Strudelwurm unserer Sümpfe (Planaria) regeneriert aus beliebigen Teilstücken stets wieder einen ganzen, wenn auch kleineren Wurm, wobei das betreffende Teilstück, je nach dem Körperteil, dem es entnommen wurde, bald einen neuen Kopf allein, bald Kopf- und Schlundteil zusammen bildet, doch jedesmal so, daß durch die Regeneration ein typischer neuer Wurm entsteht. So wurden z. B. aus drei Teilstückchen, die dem oberen, dem mittleren und dem unteren Drittel einer Planarie entnommen waren, drei kleinere neue Planarien erzeugt, indem zu jedem Stückchen der fehlende übrige Wurm hinzuwuchs. Vielfach sind solche Regulationen rein mechanische Vorgänge und als solche leicht durchschaubar. Es gibt aber auch nicht wenige derartige Phänomene, die so verwickelt und dabei von so ungemeiner Zweckmäßigkeit für den betreffenden Organismus sind, daß viele Forscher daran verzweifeln, sie mechanistisch erklären zu können. Ein klassisches Beispiel für solche direkte „Zielstrebigkeit" ist die von G. Wolff näher erforschte Wiederherstellung der Augenlinse des Salamanders.

Dieser Forscher schnitt an etwa 100 Larven und Jugendformen des kleinen Wassersalamanders (Triton taeniatus) aus dem bereits fertigen Auge die Linse heraus, ohne es weiter zu verletzen. Schon nach wenigen Tagen sammelte sich an dem in den Glaskörperraum hineinragenden Stück der Regenbogenhaut eine bedeutende Zahl von weißen Blutkörperchen, welche eifrigst den schwarzen Farbstoff der Iris verzehrten und dadurch eine Rückbildung in einen früheren, embryonalen Zustand der Iris



Neubildung der ausgeschnittenen Linse am Auge des Wassersalamanders. (au Augenbecher, f Fehlstelle der entfernten Linse, i oberer Rand der Iris, h Hornhaut.)

In anderen Fällen geschieht der Ersatz nicht allein durch Wachstum, sondern hauptsächlich durch Umlagerung der Organe. Zellen und Zellgruppen verschieben sich, das Teilstück streckt sich, an den entsprechenden Stellen entstehen durch Zellteilung neue Organe, Augen, Schlundrohr und andere, und schließlich bildet sich so durch die Umlagerung der Körpersubstanz ein vollkommen typischer neuer Wurm. Bei zerstückelten Stenostoma, einer Art der Strudelwürmer, beobachteten Ritter und Congdon die wahrhaft unglaubliche Tatsache, daß das Gehirn des Tieres seinen ursprünglichen Platz verläßt und dorthin wandert, wo es bei der Umlagerung die neue typische Verteilung der Organe erfordert. Eine vollkommenere Selbstregulierung der Formverhältnisse ist wohl kaum denkbar. Über ähnliche Regenerationserscheinungen bei Regenwürmern und Blumentieren (Aktinien) ist im ersten Jahrgange (S. 223) berichtet worden.

Nun beschränkt sich, wie schon vor 25 Jahren Professor Pflüger in einer seither fast verschollenen Schrift (Die teleologische Mechanik der lebendigen Natur) nachwies, diese Selbstregulation keineswegs auf Würmer und andere niedere Tiere. Sie tritt ebenso bei den höheren Tieren und beim Menschen wie im Pflanzenreich in Erscheinung.

bewirkten. Zugleich damit begann an dem oberen Rand dieser Haut eine lebhafte Zellteilung, durch die sich ganz nach dem Muster der ursprünglichen Augenentwicklung eine neue Linse bildete. Bei dem Embryo schnürt sich die Linse sehr bald von ihrem Mutterboden ab; sie ist da, bevor noch der sie aufnehmende Augenbecher existiert. Geschähe dies bei der Regeneration auch, so würde die Linse in die Augenhöhle fallen und nicht an den richtigen Platz gelangen. Höchst merkwürdigerweise erfolgt gerade in dieser einzigen Beziehung eine Abweichung von der Wiederholung des embryonalen Entwicklungsganges. Die Linse schnürt sich bei der Regeneration erst dann ab, wenn sie groß genug ist, um die Pupille auszufüllen. Der obere Rand der Regenbogenhaut ist zugleich die günstigste Stelle für die Neuentstehung der Linse: kein Anatom könnte sie passender aussuchen. Sie könnte jedoch der anatomischen Sachlage nach auch an jeder beliebigen anderen Stelle der Iris hervorbrechen und wir können keinen mechanisch rechtfertigenden Grund ausfindig machen, warum sie sich just an jenem Punkte bildet. Wir sehen nur das eine, daß dieser Punkt der zweckmäßigste ist; denn wenn die Linse an einer anderen Stelle hervorwüchse, könnte sie nie in die richtige Lage kommen. Und so schließt

G. Wolff seine bedeutsame Studie mit den entsagenden Worten: „Mechanisch ist an diesen Vorgängen nichts erklärbar. Das einzige, was wir einsehen können, ist die Zweckmäßigkeit derselben."

Daß dieselbe Zielstrebigkeit auch im Pflanzenreiche herrscht, beweisen neben dem oben angeführten Beispiel der javanischen Liane zahlreiche ähnliche Entdeckungen. Die Wiederherstellungsfähigkeit verloren gegangener Teile ist bei Pflanzen fraglos geringer als im Tierreiche, wahrscheinlich deshalb, weil das Vorhandensein embryonalen Gewebes die Wiederherstellung beschädigter Organe überflüssig macht. Ein Baum, dessen Laub von Maikäfern zerfressen ist, hat es nicht nötig, die Blattreste zu vollständigen Blättern zu ergänzen; denn er besitzt an Stamm und Ästen fast stets reichlich schlummernde Knospen, die in solchem Falle sofort ausschlagen und neue Blätter und Zweige bilden. Ein überzeugendes Beispiel ist der von Göbel mit der Tropenpflanze Bryophyllum angestellte Versuch. Die Blätter derselben, von der Pflanze getrennt, lassen an den Vegetationspunkten (am Stengelgrunde) sofort neue Pflänzchen hervorsprossen. Entfernt man jedoch die Vegetationspunkte, so tritt die bei niederen Tieren beobachtete Regulation ein; an beliebigen Stellen des Blattes treten Zellwucherungen auf, aus denen ganze neue Pflänzchen mit Wurzeln und Blättern entstehen. Solche regulativ entstandenen blattbürtigen Knospen sind auch in unserer Flora vorhanden. Das gewöhnliche Wiesenschaumkraut und die Brunnenkresse entwickeln sie sofort, wenn man die Blätter abschneidet und feucht hält, und bei ersterem ist diese Regulation sogar zu einer nicht ungewöhnlichen Vermehrungsweise geworden.

Noch hervorragendere Beweise von Lebenskraft liefert die in die Verwandtschaft des Fingerhutes gehörige Warmhauspflanze Torenia asiatica. Sie besitzt wie die als Zimmerpflanze allbekannte Begonia rex die Fähigkeit, selbst aus abgeschnittenen Blättern ganze neue Pflanzen zu regenerieren, eine Eigenschaft, die bei der Begonie vom Gärtner benützt wird. Abgeschnittene und isoliert eingepflanzte Blätter von Torenia treiben schon nach einigen Tagen vom Blattstiel aus Wurzeln. Nach einigen Wochen beginnt an den verschiedensten Teilen des Blattes, stets über einem der Hauptnerven, eine Zellwucherung. Die Epidermiszellen teilen sich 10—15mal, ohne ihr Volumen zu vergrößern, und stellen dadurch gewissermaßen ein neues embryonales Gewebe her, aus dem sich in raschem Fortschreiten Blattsprossen entwickeln. Die meisten derselben schreiten bald zur Blütenbildung, besonders wenn die zu den Versuchen dienenden Blätter von blühenden Pflanzen stammten. Die Toreniablattknospen sind unfähig, selbst Wurzeln zu bilden. Sie sterben mit dem Mutterblatte ab, entwickeln jedoch vor dem Absterben keimkräftigen Samen. Es scheint also eine Wechselbeziehung zwischen dem frühen Blühen und der Unfähigkeit, sich vegetativ, durch Wurzeln, zu erhalten, vorhanden zu sein, was wieder eine merkwürdige Art der Regulation wäre.

Über die Bedeutung der Regulationen für das Leben hat H. Driesch kürzlich eine hervorragende Arbeit: „Die organischen Regulationen. Vorbereitungen zu einer Theorie des Lebens," erscheinen lassen.[1]) In dieser scharfsinnigen Abhandlung, die leider wieder durch eine Menge neugeschaffener unnötiger Fachausdrücke für Dinge, die sich in ehrlichem Deutsch ebensogut sagen ließen, belastet ist — eine fatale Manie besonders deutscher Gelehrter —, führt Driesch den Beweis, daß die wahren oder



Entstehung neuer Bryophyllum-Pflänzchen.

sekundären Regulationen nicht durch physikalische und chemische Gesetze allein erklärbar sind, sondern einen zwingenden Beweis für die Autonomie der Lebensvorgänge bilden. Damit werden wir aufs neue in die größte, wichtigste Frage der gegenwärtigen Biologie geführt, in die Frage, ob das Leben rein mechanistisch erklärt werden könne, oder ob man neben dem nach physikalischen und chemischen Gesetzen sich vollziehenden Geschehen im Organismus noch eine besondere Lebenskraft annehmen müsse.

Mechanismus und Vitalismus.

Das Wort „Vitalismus", „Neo-Vitalismus" als Ausdruck der Lehre, daß zur Erklärung der Lebensvorgänge eine besondere Energie anzunehmen sei, die in der Welt der Anorganischen nirgends walte, hat seit Darwin in der Wissenschaft keinen guten Klang. In einer kritischen Studie über das oben genannte Werk von Driesch schreibt M. Moszkowski[2]): „Als die großen Systeme und umfassenden Theorien der Entwicklung aufgestellt wurden, da schien es selbstverständlich, daß die Vorgänge des Lebens sich restlos in physisch-chemisches Geschehen auflösen lassen müßten. Warum dies so sein müsse, darüber machte man sich trotz Kant und Fichte, trotz Schopenhauer und Hegel kein Kopfzerbrechen, das Dogma war da

[1]) Leipzig 1901, Engelmann.
[2]) Biologisches Zentralblatt, Bd. XXIII (1903), Nr. 11 und 12.

und wird hochgehalten bis zum heutigen Tage! Seinen glänzendsten Triumph feierte dieser Dogmatismus in Weismanns genialer Schaffung der Keimplasmalehre. Die Möglichkeit eines rein materialistischen Geschehens bei der Entwicklung vorausgesetzt, ist diese Lehre logisch so festbegründet, so wunderbar bis ins kleinste Detail ausgearbeitet, daß keine andere materialistische Anschauung daneben aufkommen kann."

In einem neuen großen Werk hat der scharfsinnige Freiburger Zoologe kürzlich den weiteren Ausbau des materialistischen Wissenschaftstempels unternommen.[1]) Mit markigen Worten schildert er in einer wunderbar schön und klar geschriebenen Einleitung die Bedeutung der Abstammungslehre für das gesamte Geistesleben unserer Zeit. Sie bedeute nichts Geringeres als die Entfernung des Wunders aus unserem Wissen von der Natur und die Einreihung der Erscheinungen des Lebens als gleichwertig den übrigen Naturvorgängen, aus denselben Kräften wie sie erwachsen und denselben Gesetzen unterworfen. Wie für uns moderne Menschen den Blitz nicht mehr der Donnerer Zeus auf des Schuldigen Haupt schleudere, sondern der Strahl unbekümmert um Verdienst und Schuld da niederfahre, wo die elektrische Spannung auf dem leichtesten und kürzesten Wege ausgeglichen werde: so auch in der Welt des Organischen. „So denken wir uns heute auch, daß kein Ereignis im Bereich des Lebendigen auf Willkür beruht, daß zu keiner Zeit Organismen aus Nichts durch ein Machtwort des Schöpfers entstanden, sondern daß sie jederzeit aus dem Zusammenwirken der vorhandenen Naturkräfte hervorgegangen sind; daß eine jede Art gerade da und gerade zu der Zeit und in solcher Form entstehen mußte, wie sie tatsächlich entstanden ist, als notwendiger Ausfluß der vorhandenen, aufeinander wirkenden Kräfte und Massen. In der Unterordnung auch der lebenden Natur unter die Naturkräfte und Naturgesetze, darin beruht die allgemeinste Bedeutung der Entwicklungslehre."

Weismann gibt zunächst eine Übersicht des Lebens und der Lehre Darwins und zeigt dabei die Wirkungen der künstlichen, vom Züchter ausgeübten und der natürlichen Auslese. In zahlreichen, schön illustrierten Beispielen sucht er sodann den Beweis für die Richtigkeit der Selektionstheorie (natürliche Auslese, Naturzüchtung) zu führen, die zahllose, sonst unverständliche Erscheinungen erkläre und mit keiner Tatsache in Widerspruch stehe. Freilich, direkt beobachten läßt sich der Vorgang der Naturzüchtung in keinem Falle, da er sich zu langsam und an zu vielen zerstreuten Einzelwesen abspiele, um durch menschliche Sinnesorgane wahrgenommen zu werden. Dann werden die wunderbaren Tatsachen der schützenden Nachäffung (Mimikry), die Schutzmittel der Pflanzen gegen Tierfraß und ihre Einrichtungen zum Festhalten und Verdauen von Insekten bei insektenfangenden Gewächsen (Sonnentau, Kannenpflanze u. a.) dargestellt.

Der schwierigen Erörterung des Entstehens der tierischen Instinkte gewinnt Weismann durch scharfes Eindringen in diese alte zoologische Streitfrage neues Interesse und neue Seiten ab. Nicht immer ist ein Instinkt vererbter Gewohnheit oder Erfahrung zuzuschreiben; namentlich dann, wenn er im Leben des Individuums nur einmal ausgeübt wird, kann er nur durch natürliche Auslese entstanden sein. Auch bei der Symbiose, besonders der wechselseitigen, bei der sowohl Wirt wie Gast ihre Rechnung finden, spielt die Selektion eine große, die Intelligenz der beiden Partner eine sehr geringe Rolle. Nach zwei hochinteressanten Vorträgen über die Entstehung der Blumen und die Entstehung der sekundären Geschlechtsmerkmale (Mähne, Hörner, Farbenschmuck, Gesang) gelangt Weismann zu den besonders durch seine Forschungen fortgebildeten Teilen der Deszendenzlehre, den Fortpflanzungs- und Vererbungserscheinungen. Die schwierige Frage: Wie ist Vererbung möglich? wird hier mittels einer allseitig ausgebildeten Theorie zu beantworten versucht, welche geeignet ist, Licht auch in benachbarte dunkle Gebiete zu tragen. Um dem Leser wenigstens einen Begriff davon zu geben, wie unser Forscher den Schleier des Geheimnisses der Vererbung zu lüften gedenkt, seien die Grundlehren seiner Keimplasmatheorie kurz aufgeführt.

In jedem Ei sollen wir eine spezifische (je nach der betreffenden Art bestimmte) Substanz annehmen, das Keimplasma, welches aus ihm nur einen ganz bestimmten Organismus hervorgehen läßt. Diese spezifische Substanz durchwandert während der individuellen Entwicklung unverändert viele Zellen und gelangt so in die Genital(Geschlechts-)zellen des Embryos, also damit in die nächste Generation hinein. So erklärt sich in einfacher Weise die Ähnlichkeit des Kindes mit den Eltern, da beide ihre Wesenheit von derselben Substanz empfangen (Lehre von der Kontinuität des Keimplasmas). Das Keimplasma baut sich nach Weismann auf aus „Iden", d. h. den persönlichen Anlagen derjenigen Vorfahren, deren Eigenschaften in dem betreffenden Wesen zum Vorschein kommen oder kommen könnten. Jedes „Id" besteht aus einer großen Anzahl von „Determinanten", indem jeder Organteil, der selbständig zu variieren und seine Abänderung zu vererben fähig ist, im Keimplasma durch ein besonderes „Vererbungsstück" vertreten ist. Die Determinanten endlich bauen sich auf aus den „Biophoren" (Lebensträgern), den kleinsten, des Wachstums und der Vermehrung fähigen Einheiten lebendiger Substanz.

Daß diese Theorie sich vorzüglich zur Erklärung vieler Tatsachen der Vererbung eignet, liegt auf der Hand: ist sie doch nicht aus der Luft gegriffen, sondern eben aus der denkenden Betrachtung solcher Tatsachen gewonnen. Deshalb läßt sich ihre Richtigkeit aber auch aus solchen Exemplifizierungen nicht beweisen; sie ist und bleibt mehr Hypothese als Theorie. Es sind manche berechtigte Einwände gegen sie erhoben, von denen hier nur einer, von Plate erörterter, angeführt sei.

---

[1]) A. Weismann, Vorträge über Deszendenzlehre, 2 Bände, Jena 1902, G. Fischer.

Er betrifft die Frage, wie es möglich sei, daß die Determinanten in dem neuen Organismus sämtlich an richtigen Ort und Stelle gelangen.

Sollen z. B. alle Charaktere des Eies, der Raupe, der Puppe und des Schmetterlings durch Annahme zahlloser Determinanten bestimmt werden, so ergibt sich die große Schwierigkeit, die Kräfte zu verstehen, welche dieses riesige Heer von Vererbungsstücken leiten und jedes einzelne Determinant dorthin stellen, wo es allein zu wirken vermag. Nach Weismann werden die Determinanten durch vitale „Affinitäten" (Verwandtschaften) zusammengehalten, denn ihre Stellung zueinander wird nicht durch den Zufall geregelt, sondern beruht „teils auf ihrer historischen Entwicklung aus älteren Vorfahren-Determinanten, teils aber auf inneren Kräften". Wenn ich (sagt Plate) annehme, von dem kürzlich zusammengebrochenen San Marcus-Turm in Venedig sei noch jeder Baustein erhalten geblieben, so würde es jedenfalls sehr viel schwieriger sein, selbst wenn jeder Stein numeriert wäre, ihn wieder so aufzubauen, daß jeder Stein seine ursprüngliche Lage wieder einnimmt, als sie beliebig zu einem neuen ähnlichen Turm zusammenzufügen. So bereitet auch die Regulation der Determinanten dem Verständnis mindestens dieselben Schwierigkeiten, wie die Annahme einer anlagelosen Keimsubstanz, welche dank ihrer hohen chemischen Kompliziertheit und Struktur im stande ist, eine bestimmte Formenreihe zu erzeugen.

In den eingangs des II. Bandes folgenden Kapiteln über die Regenerationsvorgänge sieht sich denn Weismann auch schon zu verschiedenen Hilfsannahmen gezwungen. Neben dem Keimplasma des Eies soll in verschiedenen Geweben ein inaktives Keimplasma vorkommen, durch das im Notfalle der ganze Körper aus einem seiner Teilstücke, z. B. die ganze Pflanze aus dem Begonienblatt, gebildet werden kann. Da nun, wie sich besonders bei Pflanzen beobachten läßt, manche Gewächse viele Knospenanlagen, aber kein Regenerationsvermögen besitzen, so sieht Weismann sich weiter zur Annahme eines Knospungsidioplasmas und eines Regenerationsidioplasmas als Träger dieser beiden Eigentümlichkeiten gezwungen. Die Zuversicht in die Hypothese wird durch diese Nebenhypothesen nicht sonderlich erhöht; sie erhält so eine gewisse Ähnlichkeit mit der „Schraube ohne Ende".

Sehr fesselnd ist der folgende Abschnitt, der sich mit dem Anteil der Eltern am Aufbau des Kindes beschäftigt und zu zeigen versucht, welche tiefere Bedeutung den eigentümlichen Kernteilungen und Abstoßungen der sogenannten Richtungskörperchen zukommt, Vorgänge, die sich bei der Reifung der Ei- und Samenzelle abspielen. Wenn wir hier sehen, wie sich infolge solcher Vorgänge für die reife Eizelle 28 Kombinationen ihrer Beschaffenheit und ebenso viele für die Samenzelle ergeben, wie deshalb bei einer Befruchtung $28 \times 28 = 784$ verschiedene Individuen entstehen können, so erhebt sich angesichts des einen nun tatsächlich entstandenen Individuums die Frage: Warum nun gerade dieses eine und nicht eins der vielen anderen möglichen, von denen doch aus der nächsten Befruchtung eins hervorgeht. Oder, um die Frage etwas anders zu fassen: weshalb sind nicht zwei Geschwister völlig gleich, oder weshalb steht nicht das zweite auf dem Platze des ersten? Hier versagt die mechanistische Erklärung und wir sehen uns wieder auf die Annahme einer besonderen, weiterer Erklärung nicht zugänglichen Lebenskraft verwiesen. Übrigens ist dies nicht die einzige Stelle im Weismannschen Werke, wo das mechanistische Erklärungsprinzip unzureichend erscheint.

Die Frage, ob während des individuellen Daseins erworbene Eigenschaften auf die Nachkommen vererbt werden können, ob also funktionelle Änderungen des Körpers auch die Keimzellen desselben beeinflussen und gleichartige Veränderungen beim Kinde hervorrufen, verneint Weismann. Ob mit Recht? Diesen Erörterungen reihen sich andere Vererbungsprobleme, z. B. die Erklärung der nutzlosen rudimentären Organe an, für welche Weismann die eigenartige Theorie der Germinalselektion aufgestellt hat, ferner die Probleme der Befruchtung, der ungeschlechtlichen Vermehrung, der Parthenogenese und andere. Der Überreichtum des Werkes an Ideen und Theorien verbietet es, hier selbst die wichtigsten sämtlich aufzuführen; aber er ist vortrefflich geeignet, die Ärmlichkeit des „Geistes, der stets verneint", in seiner ganzen Blöße und Fadheit zu beleuchten.

Dieser Geist ist Professor Fleischmann, den der Mißerfolg seiner im I. Jahrgang (S. 137) erwähnten Streitschrift wider die Abstammungslehre nicht abgehalten hat, ihr schleunigst eine zweite gegen den Darwinismus folgen zu lassen.[1]) Zur Kennzeichnung des unwissenschaftlichen Hochmuts, der diesen großen Umstürzler beseelt, zunächst einige Sätze aus seiner Vorrede.

„Als ich vor zwei Jahren meine Gedanken über den Zusammenbruch der Abstammungslehre veröffentlichte, hielt ich es für überflüssig, zugleich die Selektionstheorie eingehend zu behandeln, weil deren Unzulänglichkeit von anderen Autoren bereits zwingend nachgewiesen war. Trotzdem spukt sie noch immer in den Köpfen gelehrter und ungelehrter Leute herum und gilt vielfach als eine unerschütterliche Grundlage aller Wissenschaft."

Natürlich tut er den Darwinismus ebenso spielend leicht ab wie die Abstammungslehre. Die Methode bleibt dieselbe: Hypothesen, Theorien, ja selbst das Denken ist in der Wissenschaft verpönt; die Taktik ist dieselbe: Lächerlich machen und Beschimpfen der Gegner statt Widerlegung; und das Resultat wird auch dasselbe sein: die Wissenschaft in allen ihren hervorragenden und anerkannten Vertretern wird diesen Fleischmann ebensowenig ernst nehmen wie den ersten. Das beste daran ist, daß er seine Leser durch zahlreiche und umfängliche Zitate aus den beiden Hauptwerken Darwins — sie bilden wohl nahezu die Hälfte seiner Schrift — recht hübsch mit seinem Gegner bekannt macht und hoffentlich zu noch genauerem

[1]) Die Darwinsche Theorie. Gemeinverständliche Vorlesungen über die Naturphilosophie der Gegenwart. Leipzig 1903, G. Thieme.

Studium anregt. Daß Darwin nicht der Weisheit letzter Schluß ist, darüber ist sich die Wissenschaft längst im klaren und ebendeshalb baut sie, wie die folgenden Abschnitte dieses Kapitels zeigen, emsig weiter, reißt auch wohl manches von dem, was er geschaffen, wieder ein. Das aber ist fruchtbare Arbeit und von dem wissenschaftlichen Nihilismus Fleischmanns himmelweit verschieden.

Einer von Fleischmanns Kritikern, der sich noch der Mühe unterzogen hat, ihn ausführlich zu widerlegen, entschuldigt sich wegen dieses Aufwandes zuvor ernstlich bei seinen Fachgenossen und den Biologen, da Fleischmann durch sein vor zwei Jahren veröffentlichtes Buch über den Zusammenbruch der Deszendenzlehre das Anrecht verwirkt habe, auf dem Gebiete der theoretischen Biologie ernstlich beachtet zu werden. Dieser gewissenhafte Kritiker, Professor Plate, der selber den gegenwärtigen Stand der darwinistischen Lehre in einer sehr klaren und lesenswerten Arbeit[1]) dargelegt hat, schließt seine Besprechung mit folgenden Sätzen:

„Zusammenfassend möchte ich mein Urteil dahin abgeben, daß Fleischmann durch sein neuestes Werk den Eindruck bestätigt, daß er als theoretischer Biologe nicht mehr ernst genommen werden kann, weil sein erkenntnistheoretischer Standpunkt, daß in der Wissenschaft nur die direkte Beobachtung Wert haben und jede theoretische Betrachtung verfehlt sein soll, unhaltbar ist und weil er seinen Stoff mit der größten Einseitigkeit und stellenweise direkt unlogisch behandelt. Er gibt zu, daß ein enormer Vernichtungskampf existiert, und erkennt trotzdem nicht an, daß derselbe irgend welche Folgen für die Organisationshöhe der Überlebenden hat, obwohl doch zweifellos der Kampf ums Dasein schon dann von größter Bedeutung wäre, wenn er bloß alle Krüppel vernichtete und dadurch einer Vererbung krankhafter Veränderungen vorbeugte. Er bewunderte die Harmonie, welche zwischen der Form und der Funktion der Organe besteht, und hält trotzdem die Frage nach der Entstehung derselben für kein wissenschaftliches Problem. Der hochtönende Titel: „Die Darwinsche Theorie, Gemeinverständliche Vorlesungen über die Naturphilosophie der Gegenwart" entspricht durchaus nicht dem Inhalt. In den Augen des gebildeten Publikums ist die Darwinsche Theorie die Abstammungslehre und nicht die Selektionslehre,[2]) und der Titel hätte lauten müssen: „Gegen das Darwinsche Selektionsprinzip, Gemeinverständliche Vorlesungen über einige naturphilosophische Fragen", denn von wirklicher Naturphilosophie findet sich in dem Buche herzlich wenig. Fleischmanns Beweisführung ist eine so einseitige, daß selbst die Gegner des Selektionsprinzips keine Freude an dem Werke haben werden. Sie arbeitet nach dem Schema: weil man nicht beobachten kann, wie die Vorfahren der rezenten (jetzt lebenden) Wale ausgesehen haben, deshalb darf der Naturforscher nicht darüber nachdenken, wie aus einem Landsäuger ein hochgradig modifizierter (abgeänderter) Wassersäuger werden konnte. Gewisse Probleme, welche für die Wertschätzung der Selektionstheorie von größter Bedeutung sind, die aber wegen ihrer Schwierigkeit viel umstritten werden und deshalb von jedem, der pro oder kontra sich zur Theorie äußern will, eingehend behandelt werden müssen, werden von Fleischmann überhaupt nicht berührt: so das Vererbungsproblem und die Tragweite der Lamarckschen Faktoren, die Frage nach der Möglichkeit direkter Anpassung, das Problem, wie weit durch Korrelation, Orthogenese und andere Hilfsprinzipien ein in den ersten Anfängen noch nicht nützliches Organ allmählich selektionswertig werden kann und andere mehr. Dagegen ergeht sich der Verfasser in ermüdender Breite und in endlosen Wiederholungen in dem selbstverständlichen Nachweis, daß man bei den Vorfahren der Giraffen, der Wale, der Blattschmetterlinge, der Fledermäuse und anderer Tiere die einzelnen Stadien des Züchtungsprozesses nicht ad oculos demonstrieren kann. Auch die klerikalen Kreise werden, wenn sie das Buch wirklich lesen, bei der Lektüre nicht auf ihre Rechnung kommen, denn Fleischmann ist, wie ich zu seinem Lobe hervorheben will, kein Frömmler: die Annahme einer zweckmäßigen Schöpfungskraft gilt ihm als ein „Fehler gegen die Vernunft" (S. 372) und von der Bibel meint er (S. 391): „Der Naturforscher verwirft den Wert der alten Überlieferung und errichtet seine Wissenschaft auf der durch vielfache Kritik sicher gestellten sinnlichen Erfahrung." Sicherlich sind die schwachen oder einseitig auf die Spitze getriebenen Thesen des Darwinismus von anderen Forschern weit besser beleuchtet worden als von Fleischmann, sein Werk ist also mindestens überflüssig."[1])

Wie kam es denn nun, daß die Theorien der Abstammung und der natürlichen Auslese seit einigen Jahren nicht mehr ausreichend erschienen, die Lebensvorgänge zu erklären, und ein allmählicher Umschwung von der mechanistischen zur vitalistischen Erklärungsweise sich vollzog? Die mechanistische Naturerklärung hatte sich die Sache etwas zu leicht gemacht; nicht erst seit heute und gestern, seit 30 und mehr Jahren hatte sich in der biologischen Literatur eine erstaunliche Fülle von Tatsachen aufgehäuft, welche sich mechanisch schwer oder gar nicht erklären ließen und deshalb von der Forschung als paradox einfach beiseite geschoben wurden: Raritäten für die Rumpelkammer, welche jede Wissenschaft für solche unbequemen Daten besitzt. Hier zunächst ein paar solche Tatsachen.

Ein Physiologe schnitt bei Fröschen das Großhirn vollständig, wie die nachträgliche Sektion ergab, aus. Die dabei am Leben gebliebenen Tiere zeigten viele wichtige psychische Erscheinungen, die man bisher an das Großhirn gebunden glaubte. Sie verließen spontan (ohne äußeren Zwang) ihren Standort, wechselten wie normale Tiere zwischen

[1]) L. Plate, Über die Bedeutung des Darwinschen Selektionsprinzips und Probleme der Artbildung, 2. Auflage, Leipzig 1903.

[2]) Fleischmann hieraus einen Vorwurf zu machen, erscheint mir unberechtigt; einer falschen Auffassung des Publikums braucht er keine Konzession zu machen.

[1]) Biologisches Zentralblatt, Band 23, Nr. 18.

Wasser- und Landaufenthalt, schwammen wie solche und fingen sogar selbständig Fliegen.

Professor Goltz beobachtete 18½ Monate lang einen Hund, dem das ganze Großhirn durch das Messer entfernt wurde, und stellte zu seiner nicht geringen Überraschung fest, daß dieses Tier, nachdem die Chokwirkungen der schrecklichen Operation verschwunden waren, wieder von selbst fressen und saufen lernte, so daß es keineswegs nur eine Reflexmaschine darstellte. Auch bei ähnlichen Versuchen mit Tauben ließ sich methodisches Handeln hirnloser Tiere feststellen.

Diese und ähnliche Tatsachen, z. B. die im ersten Abschnitte dargelegten „Selbstregulationen" des Organismus, bilden das Fundament, auf dem der Vitalismus fußt, auf Grund derer er nachzuweisen versucht, daß chemisch-physikalische Vorgänge nicht genügen, um das Leben, die biologischen Erscheinungen zu erklären. Es läßt sich vorläufig nicht widerlegen, wenn z. B. Driesch auf Grund der oben berichteten Beobachtungen an hirnlosen Tieren schreibt: „Es gibt keine anorganischen Maschinen, welche in der Spezifität (Eigenart) ihres Funktionierens im wesentlichen ungeändert bleiben, wenn man ihnen beliebige Teile nimmt, oder welche doch in solchem Falle, wenn zuerst eine Störung eintrat, ihre Spezifität wieder von sich aus herstellen. Deshalb können die sich auf Grund der Exstirpationsversuche offenbarenden physiologischen Restitutionsleistungen (Wiederherstellungsleistungen) des Hirnes nicht auf seinen Maschineneigenschaften, die daneben beliebig vorhanden sein mögen, beruhen." [1])

Daß das Leben autonom sei, in seiner Wesenheit nicht nach der mechanistischen Maschinentheorie erklärt werden könne, sondern seine eigene Gesetzlichkeit in sich berge, wollen die Gegner des Vitalismus trotz allem nicht einräumen. Sie geben wohl zu, daß die biomechanische Erklärung gegenwärtig nicht ausreiche, Phänomene wie die oben geschilderten ohne Rest in physikalisch-chemisches Geschehen aufzulösen. Aber — was nicht ist, könne noch werden, und überdies bleibe der Vitalismus den Beweis schuldig, daß die Lebenskraft oder „Seele" positiv vorhanden ist. Wir seien vielmehr mit der Durchführung des mechanistischen Erklärungsprinzips durchaus noch nicht am Ziele angelangt.

Sehr richtig schreibt Eduard v. Hartmann, dem wir als bedeutendstem lebenden Vertreter der Philosophie das Schlußwort einräumen: „Von einem Siege des Vitalismus kann vorläufig keine Rede sein. Die Biologen, die sich offen und ausdrücklich zu ihm zu bekennen wagen, stehen vorläufig noch vereinzelt da. Aber die Selbstgewißheit der Naturwissenschaften, mit der sie ein Menschenalter lang den Vitalismus als einen völlig unwissenschaftlichen, veralteten und überwundenen Standpunkt verhöhnten, ist doch stark erschüttert. In biologischen Werken und Fachzeitschriften ist der Vitalismus wieder zu einem diskutierbaren Problem geworden, während er dreißig Jahre lang als völlig unter der Kritik stehend galt und das Bekenntnis zu ihm genügte, um solchen Bekenner als einen wissenschaftlich unzurechnungsfähigen Phantasten zu diskreditieren. Wer unter dieser Zeitströmung sein Leben lang zu leiden gehabt hat, wird auch diesen mäßigen Umschwung schon zu würdigen wissen, zumal er für den weiteren Verlauf des XX. Jahrhunderts einen völligen Sieg des Vitalismus voraussehen läßt." [1])

Wie Flora ihre Kinder formt.

Die mittelalterliche, noch von Linné vertretene Anschauung: „Soviel Arten vorhanden sind, so viele Formen sind ursprünglich erschaffen," ist durch die von Lamarck und Geoffroy St. Hilaire vertretene Entwicklungslehre endgültig aus der Welt geschafft. Wie aber die Arten aus einander entstanden sind, darüber gehen die Ansichten noch sehr auseinander. Auf dem Gebiete der Botanik hat Professor K. Schumann die neueren Anschauungen über die Entstehung der Arten in einem anziehenden Vortrage behandelt. [2])

Darwin hatte festgestellt, daß allen organischen Gestalten zwei Besonderheiten zukommen, einmal die, in allerdings außerordentlich kleinen Schritten abzuändern (zu variieren), und zweitens die, diese individuellen Abänderungen auf die Nachkommenschaft zu vererben. Die individuelle Veränderlichkeit äußert sich an den Gestalten planlos, nach allen Richtungen. Dabei ist der Umstand von größter Wichtigkeit, daß unendlich viel mehr Einzelwesen erzeugt werden, als sich erhalten können — aus Mangel an Raum und Nahrung. Es tritt eine Auslese ein, indem nur diejenigen Formen erhalten bleiben, welche am besten ausgerüstet sind: alle minder gut gewappneten Gestalten werden im Kampfe ums Dasein ausgemerzt. Diejenigen mit vorteilhaft erprobten Einrichtungen bleiben erhalten und übertragen diese Eigenschaften auf ihre Nachkommen. Indem sich die individuellen vorteilhaften Abänderungen in einer Reihe von Generationen summieren, bilden sich schließlich Merkmale aus, welche weitab von denen der Voreltern verschieden sind: und so entstehen nach Darwins Ansicht neue Arten.

Obwohl diese Lehre eine Menge von Rätseln löste und vor allem die so oft bewunderte Zweckmäßigkeit in organischen Wesen genügend erklärte, erhoben sich doch bald Zweifel an der unbedingten Richtigkeit des Darwinismus. „Nägeli, einer der kenntnisreichsten und geistvollsten Botaniker, ein Mann, welcher die schärfste Kritik mit einer sehr umfangreichen Erfahrung in der Kultur gewisser Pflanzenarten, besonders der Gattungen Cirsium (Disteln) und Hieracium (Habichtskräuter) verband, stellte die Tatsache fest, daß sich die Eigenschaften der Pflanzen zwiefach verhalten. Es ist sicher, daß sich die Merkmale gewisser Organe ver-

[1]) H. Driesch, Die „Seele" als elementarer Naturfaktor. Leipzig 1903, Engelmann.

[1]) v. Hartmann, Mechanismus und Vitalismus in der modernen Biologie. Archiv für Philosophie, II. Abteilung, Band 9, Heft 2 und 3 (1903).

[2]) Gartenflora. 52. Jahrgang (1903), Heft 14 und 15.

ändern, daß Blätter und Stengel unter einer mastigen Kultur unter Umständen größer werden, daß in trockenen Gegenden eine Behaarung eintritt, welche bei der Kultur in feuchten wieder verschwindet, daß die Pflanze eine gewisse Fähigkeit hat, äußeren auf sie einwirkenden Einflüssen Folge zu geben, sich den Verhältnissen anzupassen; er nannte diese Eigenschaften Anpassungsmerkmale. Auf der anderen Seite geht aber diese Variabilität über bestimmte, oft sehr eng gezogene Grenzen nicht hinaus; diejenigen Besonderheiten einer Pflanze, welche ihre eigentlichen Artcharaktere ausmachen, werden durch die Lage des Standortes, durch meteorologische und physikalische Einflüsse nicht geändert werden, sie bleiben so gut wie konstant — er nannte sie Organisationsmerkmale."

Auch die Kultur des Getreide-, Zuckerrüben-, Kartoffelzüchters kann selbst bei sorgsamster Auslese über gewisse Resultate nicht hinauskommen. Man ist im stande gewesen, die Fruchtbarkeit des Getreides, die Schwere der Körner durch gute Kulturen und sorgfältigste Samenauslese zu einer außerordentlichen Höhe zu treiben, ebenso den Zuckergehalt der Rübe, den Stärkegehalt der Kartoffel; aber über ein bestimmtes Maß geht diese Erhöhung nicht hinaus, und wenn man die Pflanzen sich selbst überläßt, so schlagen sie in die alten, (für uns) minderwertigen Formen häufig schon nach zwei Generationen zurück. Bei manchen dieser (für uns) hochwertigen Formen tritt sogar unter den besten äußeren Umständen von selbst Entartung ein, was auch gar nicht schwer zu begreifen, da für die Erhaltung der Art die vom Menschen ihnen zu seinem Vorteile angezüchteten Eigenschaften meistens ohne Wert, nicht selten sogar sehr schädlich sind.

Nägeli zeigte also, daß an den Organisationsmerkmalen keine Kraft der Natur, keine Kunst des Menschen rütteln kann, daß sich die Art trotz aller Variabilität (Abänderungsfähigkeit) zunächst nicht ändert. Wenn eine vollkommen neue Form auftritt, so geschieht dies stets von selbst, zufällig, wie wir mangels einer ausreichenden ursächlichen Erklärung sagen. Nägeli erklärte sich die Sache nun so, daß er annahm, die äußeren Verhältnisse wirkten nur scheinbar nicht auf die Organisationsmerkmale ein; tatsächlich werde jedoch das Protoplasma, die eigentliche Lebenssubstanz der Zelle, durch jeden äußeren Einfluß in seiner Zusammensetzung verändert: das Protoplasma speichere gewissermaßen Kräfte auf, welche durch die äußeren Reize erzeugt würden, und gerate so in einen Zustand der Spannung. Dieser wird nach längerer Zeit ausgelöst, indem sich bei einer Pflanzenart an einer ganzen Reihe von Organisationsmerkmalen eine plötzliche Änderung kundgibt. So entstehe eine neue Art sprungweise, nicht durch allmähliche Abänderung, wie Darwin es wollte.

Gegenüber der mächtigen Autorität Darwins konnte Nägelis nicht auf Erfahrungen gestützte, sondern rein theoretisch entwickelte Meinung sich nur geringe Geltung verschaffen. Erst eine überraschende Entdeckung auf dem Gebiete der Schmetterlingskunde brachte neue Bewegung in die Artenentstehungsfrage. Man gewahrte, daß Formen aus der Verwandtschaft des Fuchses (Vanessa) je nach der Jahreszeit verschiedenes Aussehen zeigten. Schmetterlinge, welche aus überwinternden Puppen ausschlüpften, wiesen andere Färbungen der Flügel auf als solche, welche sich aus deren Eiern im Herbst bildeten. Man belegte diese Erscheinung mit dem Namen Saisondimorphismus (Zweigestaltigkeit nach den Jahreszeiten). Vor kurzem ist es sogar gelungen, aus denselben Eiern durch künstliche Abkühlung respektive Erwärmung Formen zu erzielen, welche den Bewohnern kälterer beziehungsweise wärmerer Gegenden vollkommen gleich sind (s. Jahrbuch I, S. 148).

An diese Erfahrungen knüpft offenbar Professor R. v. Wettstein in Wien mit seinen Untersuchungen über eine verwandte Erscheinung im Pflanzenreich an. In der Gattung Rhinanthus (Klappertopf) gibt es von jeder in Deutschland vorkommenden Art zwei Rassen, eine, die im Frühsommer blüht, und eine, die im Spätsommer oder Herbstanfang zur Entwicklung kommt. Jene ist durch einfachere Stengelgliederung von der letzteren verschieden. Ähnliche, nach der Jahreszeit genau bestimmte Unterschiede treten auch bei den Arten anderer Gattungen auf. Diese Fälle von Saisondimorphismus, denen v. Wettstein, ob mit Recht oder Unrecht, den Wert eigener Arten zusprach, suchte er zu erklären: er sah die Ursache in der Heumahd, dem Schnitt des Heues. Nachdem die Sommerform die ersten Samen erzeugt hat, aus denen wieder die Sommerform hervorgeht, sind die Pflanzen geschnitten worden. Die Folge dieses Schnittes war, daß die Pflanze von unten neu austrieb und sich reichlich verzweigte. Die hervorgesproßten Achsen kamen erst in späterer Zeit zur Erzeugung von Blüten, Früchten und Samen, in diesen wurden die reiche Verzweigung, die späte Blütezeit und die anderen abweichenden Organisationsmerkmale erblich befestigt und traten nun in der Herbstart dauernd in Erscheinung. Auch in dieser Idee liegt ein wichtiger Fingerzeig für die Kenntnis der Formenwandlungen vor, obwohl nicht alle Botaniker Wettsteins Meinung rückhaltlos zugestimmt haben.

Von viel größerer Bedeutung, als man ehedem meinte, scheint für die Entstehung neuer Arten die Bastardierung, d. h. die geschlechtliche Vermischung zweier verschiedener, gewöhnlich nahe verwandter Arten zu sein. Die daraus hervorgehenden Bastarde verhalten sich häufig genau wie selbständige Arten, und man wird ihnen dann den Rang von solchen nicht absprechen können. Lange Zeit ist z. B. das Bastardhexenkraut (Circaea intermedia) für eine solche gehalten worden; es hält mit allen seinen Eigenschaften die Mitte zwischen den beiden Eltern, dem gemeinen und dem Alpen-Hexenkraut (Circaea Lutetiana und alpina), findet sich aber fast niemals in Gesellschaft beider Eltern; häufig ist nur der eine, manchmal keiner der Erzeuger in der Nähe. Daß es eine Bastardform (hybride Form), zeigt nicht nur die Mischung der Merkmale, sondern vor allem der Umstand, daß der Blütenstaub größtenteils aus unvollkommen ausgebildeten Körnchen besteht. Die vollkommenen

reichen aber doch aus, um eine wirksame Befruchtung herbeizuführen, denn die Pflanze setzt reichlich Samen an und vermehrt sich außerdem noch durch Wurzelstocksprossen so stark, daß sie eins oder beide Eltern wahrscheinlich in der Regel zu unterdrücken vermag.

Im Zusammenhange hiemit mögen zwei Beobachtungen eingefügt werden, die für die Möglichkeit sprechen, daß solche Pflanzenbastarde sich lange Zeit hindurch selbständig erhalten und vermehren. Die Bastardanemone (Anemone intermedia) tritt in einem Elb-Auwalde bei Oranienbaum in Anhalt im Frühjahr in so großen Mengen auf, daß sie mit ihrem hellgrünen Laube und ihren erbsengelben Blüten den Boden weithin bedeckt. Die Pflanze, die angeblich selten und wenig Samen trägt, also hauptsächlich auf Vermehrung durch Seitenknospen des Rhizoms (Wurzelstockes) angewiesen ist, hat ihre Stammeltern (Anemone nemorosa und ranunculoides) fast völlig verdrängt, so daß sie nur noch in wenigen Exemplaren namentlich am Rande des Waldes vorkommen. Genau dieselben Verhältnisse sind an einer 10—20 Quadratmeter großen Waldstelle im Kondetal bei Winningen a. d. Mosel anzutreffen. Nur ganz vereinzelt findet sich Anemone ranunculoides zwischen dem Bastard, während im Umkreise das Buschwindröschen reichlich wächst. Hier erhält sich die Bastardart schon länger als 15 Jahre (Naturwissenschaftliche Wochenschrift, Band II, 1903, Nr. 17 und 24).

Offenbar ist der Bastard an dem ersteren der oben angeführten Standorte in einer für seine Ausbildung und Erhaltung als Art günstigeren Lage, insofern er der Gefahr, von den elterlichen Formen bestäubt und dadurch allmählich wieder in sie zurückgeführt zu werden, fast gar nicht mehr ausgesetzt ist. Also nur wenn besondere Umstände den Bastarden eine ausreichende Isolierung (Trennung von den Stammformen) sichern, mögen sie längere Zeit oder dauernd erhalten bleiben. Dazu dürfte auch noch die folgende, durch einen Versuch v. Wettsteins festgestellte Eigentümlichkeit der Bastardarten beitragen. Ein künstlich durch Übertragung des Blütenstaubes auf die fremde Narbe hergestellter Bastard des gemeinen Dachlauchs und des Spinnweb-Hauslauchs, der im Engadin auch in der Natur massenhaft vorkommende rhätische Hauslauch, zeigt wie andere Bastarde auch einen beträchtlichen Rückgang in der Entwicklung guten, zur Befruchtung fähigen Blütenstaubes. Dennoch ließ sich mittels dieses Pollens bei künstlicher Bestäubung eine Anzahl Samen gewinnen. Als nun letztere ausgesät wurden, ergab sich, daß in den späteren Generationen die Fruchtbarkeit sich hob, also eine Verbesserung der Existenzbedingungen eintrat, was allerdings auch notwendig ist, wenn dem Bastard in der freien Natur die Erhaltung gewährleistet werden soll, namentlich wenn er sich ein größeres Verbreitungsgebiet erobern soll, als das durch rein vegetative Vermehrung (Stockknospen, Ausläufer) geschehen kann.

Jahrhundertelang ist die Pfefferminze, eine uralte Kulturpflanze, die Schweinfurth in Ägypten schon aus einem Grabe der 16. bis 18. Dynastie (etwa 1200—1500 v. Chr.) entnahm, für eine gute Art gehalten worden; jene alten Reste stimmen mit unserer heutigen Pfefferminze vollkommen überein. Merkwürdigerweise bringt sie niemals Samen hervor, indem die Staubgefäße verkümmern und nur wenigen und schlechten Blütenstaub enthalten. Nur durch die außerordentlich reichlich entstehenden Ausläufer wird die heute in allen Erdteilen kultivierte, zum Teil in Großkultur feldmäßig angebaute Pflanze vermehrt. Sie zeichnet sich durch genügende Merkmale vor allen anderen Mentha-Arten so aus, daß Linné sie als eine echte Art (Mentha piperita) ansah. Dennoch ist sie, wie die angeführten Entartungsmerkmale vermuten ließen und der treffliche französische Botaniker Malinvaud nachwies, ein Bastard, und die Mischung der Merkmale beweist auf das bestimmteste, daß sie aus einer Kreuzung der grünen mit der Wasserminze hervorgegangen ist. Man hat gegen die Ansicht, daß durch Bastardierungen neue Arten entstehen können, eingewandt, daß durch dieselbe zwar eine Mischung der Merkmale, aber niemals ein neues Merkmal entstehe; die Pfefferminze hat aber ein solches, welches keinem Teile der Eltern zukommt, nämlich den uns allen wohlbekannten Riechstoff, das Pfefferminzöl, der, wenn auch kein Gestaltmerkmal, so doch immerhin ein besonderer neuer Charakter der Pflanze ist.

Schon im I. Jahrbuch ist auf die Arbeiten des holländischen Botanikers de Vries aufmerksam gemacht worden, der die Entstehung neuer Arten (oder neuer Formen, wie andere Botaniker wollen) sozusagen mit Händen griff. Er fand auf einem Felde voll großblütiger Nachtkerzen (Oenothera grandiflora), deren einzelne Artmerkmale sehr stark und allseitig abändern, unter den Sämlingen Formen, die nicht nur in einzelnen Merkmalen abgewandelt erschienen, sondern in den wichtigsten Einzelheiten, den Organisationsmerkmalen Nägelis, so weit verändert waren, daß sie von der Mutterpflanze durchaus verschiedene Formen darstellen. Hier haben wir die sprungartige Entstehung neuer Formen, die Entstehung durch Mutation, wie ihr Entdecker es genannt hat. Diese Formen, vollkommen samenbeständig, wenn eine Fremdbestäubung verhindert wurde, sind früher noch niemals beobachtet worden. Die großblütige Nachtkerze ist eine gegenwärtig mutierende Pflanze, und zwar die einzige, welche de Vries bekannt geworden ist. Ihre Abkömmlinge, die kurzgriffelige, die zwergige, die glattblättrige und andere Nachtkerzen (Oenothera brevistylis, nanella, laevifolia, lata, albida) würden wahrscheinlich auch von widerstrebenden Forschern für gute Arten erklärt werden, wenn man ihre Abkunft nicht kennte.

Früher ist, wie Professor Schumann an mehreren Beispielen zeigt, die Entstehung neuer Arten zwar auch schon beobachtet worden, allein dabei handelte es sich stets um die Entstehung einer hinsichtlich eines wichtigen Organs abweichenden Pflanze, die häufig nur in der Kultur lebensfähig blieb. Eine ganz besondere Illustration für diesen als Heterogenesis (Anders- oder Umartung) bezeichneten Vorgang erwuchs vor wenigen Jahren.

Der Professor der Botanik in Straßburg, Graf zu Solms-Laubach, erhielt von Professor Heeger in Landau eine merkwürdige Pflanze, welche auf dem dortigen Meßplatz herdenweise aufgetreten war und welche jener nicht zu bestimmen vermochte. Sie hatte das Aussehen eines Kreuzblütlers (Crucifere), etwa des Leindotters (Camelina), jedoch nicht gelbe, sondern weiße Blüten. Die für die Bestimmung einer Kruzifere sehr wichtigen Früchte und Samenanlagen wichen jedoch von allem Bekannten so sehr ab, daß der mit der Technik solchen Bestimmens vollkommen vertraute Gelehrte zu keinem Ergebnis kam. Nur so viel vermochte er festzustellen, daß das fragliche Gewächs mit keiner deutschen Pflanze, aber auch mit keiner in Betracht kommenden zufällig eingeschleppten in Beziehung zu bringen war.

Erst die unter allen nötigen Vorsichtsmaßregeln vorgenommene Samenaussaat des geheimnisvollen Fremdlings sollte Aufschluß bringen. Eine große Anzahl von Pflanzen gingen auf und verhielten sich genau wie die Mutterpflanze, brachten wiederum jene rätselhaften, flach zusammengedrückten Schötchen von elliptischem Umriß hervor, die auch mit Samen erfüllt waren. Aber unter der Schar war eine Verräterin: eine Pflanze erzeugte ein paar abweichende Früchte, welche sich denen des gewöhnlichen — Hirtentäschelkrauts (Capsella bursa p.) vollkommen erkennbar näherten. Nun war die Frage gelöst. Auf dem Meßplatze von Landau war aus Samen des gemeinen Unkrauts eine Pflanze entstanden, die sich bezüglich ihrer Früchte so abweichend verhielt, daß Graf zu Solms-Laubach sie nach ihrem Entdecker als Capsella Heegeri benannte. Mit Recht sagt er, daß diese Pflanze, von auswärts eingeführt, zweifellos zum Typus einer neuen Gattung unter den Kreuzblütlern gemacht worden wäre. Wir haben hier den ersten klar beleuchteten Fall der Bildung einer neuen Art durch Auftreten eines abnorm entwickelten, aber erblich erhaltenen Organs (Heterogenesis).

Von ähnlichen, erblich gewordenen und sich wie eigene, besondere Arten verhaltenden Pflanzen ist noch eine ganze Reihe bekannt geworden. Die als Zimmerpflanze beliebte Glorinia ist nachweislich bei dem Gärtner Fyfe in England aus einer brasilianischen Gesnerazee, der Siningia speciosa, dadurch entstanden, daß sich die Blüte senkrecht stellte und regelmäßig wurde. Die Neubildung war von der Ausgangspflanze derart verschieden, daß selbst der gediegenste Kenner von Gartenpflanzen, Lemaire, von ihr getäuscht wurde und sie als Vertreterin einer neuen Gattung beschrieb. Das schlitzblättrige Schellkraut, eine vor dem gewöhnlichen Schellkraut durch die geteilten Laub- und Blumenblätter ausgezeichnete Form, entstand 1590 im Garten des Apothekers Sprenger in Heidelberg und wird, weil durchaus samenbeständig, von vielen Botanikern als gute Art betrachtet. Bisweilen wiederholt sich eine solche Neubildung an verschiedenen Orten. Nach unbedingt zuverlässigen Mitteilungen ist die rotblättrige Kirschpflaume (Prunus Pissardi) zuerst aus Persien eingeführt worden, dort also durch Heterogenesis einmal entstanden. Ebenso sicher ist aber, daß dieselbe Pflanze in der Späthschen Baumschule (Britz bei Berlin) spontan aus Samen von Prunus cerasifera (Kirschpflaume) gefallen ist. Trotz des verschiedenen Ursprungs hat man keine Unterschiede zwischen beiden feststellen können. — Eine allmähliche Umbildung im Sinne der Darwinschen Formel dagegen hat sich bei Pflanzen noch nicht beobachten lassen.

Schmetterlingsphilosophie.

Mit der genialen, aber einseitigen Idee Darwins, daß die natürliche Auslese im Kampfe um das Dasein das Hauptmittel zur Vervollkommnung der Organismen, zur Entstehung neuer Arten gewesen sei, vermag weder die Botanik, wie im vorigen Abschnitt nachgewiesen, noch die Zoologie auszukommen. Fortgesetzt tauchen neue Versuche auf, das Problem der Artenbildung auf anderem Wege zu lösen. Schon im vorigen Jahrbuch (S. 148) ist dargestellt, welche Wichtigkeit für darwinistische Studien die schnell sich entwickelnden, leicht zu züchtenden und durch ihre Farbenpracht scharf charakterisierten Schmetterlinge haben. Auf ihnen fußt auch ein Erklärungsversuch, den unter dem Titel „Entstehung der Arten durch physiologische Isolierung" kürzlich W. Petersen in Reval unternommen hat.[1])

Den Anstoß zu seinen Betrachtungen gaben ihm umfangreiche Untersuchungen an den Geschlechtsorganen der Schmetterlinge. Petersen und schon andere Forscher vor ihm, glauben den Beweis geliefert zu haben, daß jede Schmetterlingsart, selbst aus den schwierigsten, durch die Färbung schwer zu unterscheidenden Gruppen, durch die Sexualorgane so gut charakterisiert ist, daß man sie nach der Bildung dieser Organe mit Sicherheit erkennen kann. Ja er glaubt zeigen zu können, wie in gewissen Fällen die Spaltung einer Form in mehrere Arten, die von Systematikern sogar verschiedenen Gattungen zugewiesen wurden, in unzweifelhafter Weise ihren Ausgang von den Geschlechtsorganen genommen hat.

Alle Untersuchungen hatten bisher nur die äußeren männlichen Sexualorgane behandelt und dabei stillschweigend vorausgesetzt, daß dem oft wunderbar komplizierten Organ des Männchens auch immer ein besonderer Bau desselben beim Weibchen entspreche. Petersen untersuchte darauf hin eine größere Anzahl von Arten und fand, daß nicht nur wirklich Unterschiede an den letzten Hinterleibsringen bei den Weibchen nahe verwandter Arten vorhanden sind, sondern daß sie auch den Teilen des männlichen Apparats zu entsprechen scheinen. Bei manchen Arten ist dies in so eklatanter Weise der Fall, daß eine Hybridation (Vermischung zwecks Bastarderzeugung) bei ganz nahe verwandten Arten trotz aller Mühe nicht gelingt, selbst nicht bei solchen, an deren Artverschiedenheit ein praktischer Entomologe (Insektenkenner) zweifelte.

---

[1]) Biologisches Zentralblatt, Band 23 (1903), Nr. 13 und 19.

Über die Variabilität der Sexualorgane bei Schmetterlingen, das heißt ihre Geneigtheit abzuändern, haben besonders englische Forscher Untersuchungen angestellt und gefunden, daß trotz einer allgemeinen Konstanz in diesen Organen gewisse Schmetterlingsgruppen größere Neigung zum Variieren zeigen. Petersen nimmt nun an, daß innerhalb einer solchen stark abändernden Art eine Gruppe von Individuen sich durch wechselbezügliche, das heißt Männchen und Weibchen zugleich treffende, Variation derart von der Hauptmasse absondert, daß eine geschlechtliche Vermischung mit der Stammform fernerhin unmöglich, dabei aber zwischen Individuen derselben Gruppe doch noch möglich ist. Auf den ersten Blick scheint diese Annahme freilich etwas gewagt. Nehmen wir aber beispielsweise nur an, daß diese Abänderung sich in erster Linie auf die Größenverhältnisse der Sexualorgane bezieht, und das dürfte tatsächlich meistens der Fall sein, so werden die Bedenken gegen eine solche Annahme stark heruntergesetzt. Ausschlaggebend ist aber, daß die wirklich vorliegenden Verhältnisse in diesem Falle zur Annahme einer solchen wechselbezüglichen Abänderung zwingen. Denn die Sache liegt so: 1. Bei nahe verwandten, von uns als Arten bezeichneten Formen sind die Geschlechtsorgane dermaßen verschieden, daß eine geschlechtliche Vermischung dieser Arten nicht mehr stattfinden kann. 2. Diese Verschiedenheit kann, da die abweichenden Bildungen in der neuen Gruppe erblich sind, nur durch Variation des Keimplasmas entstanden sein.

Treten vergesellschaftet mit einer solchen Abänderung der Generationsorgane zugleich andere Merkmale auf, welche die neue Gruppe morphologisch (nach Gestalt, Färbung, Zeichnung) von der Stammform trennen, so haben wir eine bona species (gute Art); denn die Trennung ist jetzt eine morphologische und physiologische (im Äußern und im Organbau begründete). „So denke ich mir", schreibt Petersen, „die Entstehung einer Art durch physiologische Isolierung. Diesen Ausdruck habe ich gewählt, weil die neue Formengruppe in der Tat inselartig von der Stammart abgetrennt erscheint, da sie sich geschlechtlich nicht mehr mit ihr vermischen kann, ohne daß zugleich eine örtliche Trennung notwendig erscheint. Dabei können, und das scheint mir von großer Wichtigkeit zu sein, bei der neu etablierten Art morphologische Charaktere in der Färbung, Zeichnung u. s. w. auftreten, die an sich gar keinen Selektionswert besitzen."

Ist nun diese Ansicht von der Bedeutung der großen Verschiedenheit in den äußeren Sexualorganen gerade bei nahe verwandten Arten richtig, so liegt die Vermutung nahe, daß die physiologische Isolierung nicht auf diesen einen Punkt beschränkt ist, sondern eine breitere Grundlage hat, und Petersen führt mehrere Tatsachen an, die sich unter denselben Gesichtspunkt bringen lassen.

„Von den uns bekannten Sinnen spielt im Leben der Insekten unstreitig der Geruchssinn die wichtigste Rolle. Die Leistungsfähigkeit in bezug auf die Empfindungen von Duftstoffen geht z. B. bei Schmetterlingen weit über das Maß dessen hinaus, was wir bei unserem Geruchssinn noch begreiflich finden. Wenn das Weibchen des Oleanderschwärmers, Tausende von Kilometern von seiner Heimat (Südeuropa) entfernt, über eine Stadt oder ein Dorf fliegend, die bei uns im Sommer im Freien stehenden einzelnen Oleanderpflanzen herausfindet und an denselben seine Eier ablegt (wie es in den russischen Ostseeprovinzen zu wiederholten Malen beobachtet wurde), ist das gewiß eine erstaunliche Leistung. Streng monophage (an eine einzige Nährpflanze gebundene) Arten, deren Raupen auf selten vorkommenden, oft sehr zerstreut stehenden Pflanzen leben, entwickeln jedenfalls auch eine große Findigkeit im Aufsuchen der künftigen Futterpflanze der Raupe, zumal die Zeit der Eierablage gar nicht immer mit der Blütezeit der Pflanzen zusammenfällt. In höchster Leistungsfähigkeit aber sehen wir das Geruchsorgan im Geschlechtsleben der Insekten funktionieren; die staunenerregenden Beobachtungen, die man über diesen Punkt gemacht hat, brauche ich hier nicht zu wiederholen. Sicher ist, daß jede Art gewisse Duftstoffe zu entwickeln im stande ist, die sie den Artgenossen kenntlich macht, und diese Duftstoffe müssen auch bei nahe verwandten Arten scharf unterschieden sein, denn nie wird das Weibchen einer bestimmten Art Männchen einer anderen, nahe verwandten Art anlocken.[1]) Standfuß hat uns in interessanter Weise gezeigt, wie Hybridationen gewisser nahestehender Arten durch Täuschung des Geruchssinnes ermöglicht werden. Die Verschiedenheit der Duftstoffe, die zum Anlocken und Erkennen der Geschlechter sowie als auslösender Reiz bei der Geschlechtstätigkeit dienen, erklärt uns auch, warum zwischen nahe verwandten Arten, die sich zu derselben Zeit auf denselben Flugplätzen tummeln, Bastardierungen gar nicht oder nur als seltene Ausnahmen vorkommen, auch wenn die Kopulationsorgane eine geschlechtliche Verbindung zuließen. Gerade unter den Bläulingen (Lycaena) wäre ausgiebige Gelegenheit für Bastardierungen vorhanden, und doch sind gerade in diesem Genus Bastardformen fast unbekannt. Die spezifischen Duftstoffe und die Wahrnehmungsorgane für dieselben müssen eben in dieser Gattung sehr stark spezialisiert sein, in anderen Gattungen, wie z. B. Colias oder Parnassius (Heuvogel und Apollo) ist dies entschieden weniger der Fall. Bei Nachtfaltern vollends wäre an ein Sichfinden der Geschlechter ohne solche Duftstoffe und die zugehörigen Wahrnehmungsorgane gar nicht zu denken."

Nachdem Petersen den Sitz der Duftorgane (Schuppen oder Haargebilde an allen möglichen Körperteilen) festgestellt und die Fühler als die wahrscheinlichsten Wahrnehmungsorgane bezeichnet, fährt er fort: „Bei Berücksichtigung dieses Tatsachenmaterials drängt sich uns der Schluß auf, daß auch hier physiologische Isolierung in Wirkung treten kann, wenn innerhalb der Stammart eine Individuengruppe auf Grundlage allgemeiner idioplasmatischer Variabilität oder auf einem anderen Wege einen neuen Duftstoff erwirbt, der diese Gruppe von einer Vermischung mit der

[1]) Woher dann die auch von Petersen nicht ganz bestrittenen Bastardformen? Nicht selten sieht man sogar Männchen aus anderen Gattungen artfremde Weibchen umschwärmen, obwohl hier Vereinigung ganz unmöglich.

Stammart ausschließt. Dieses aber kann, wenn gleichzeitig damit eine Summe anderer neuer oder in der Stammart nur zerstreut auftretender Merkmale sich erblich befestigt, zur Bildung einer neuen Art führen."

Auch wie es zur Produktion eines neuen Duftstoffs kommen könne, sucht Petersen nachzuweisen. Es handelt sich bei diesen Düften um ätherische Öle, deren Bildung sich, wenigstens in vielen Fällen, sicherlich abhängig von der während des Larvenstandes aufgenommenen, solche Öle enthaltenden Pflanzennahrung vollzieht. So kann es unter Umständen bei einem Teile der Individuen einer Art, wenn nämlich die Raupen derselben auf eine neue Nahrungspflanze übergehen, zur Erzeugung eines neuen Duftstoffs kommen. Das Übergehen auf eine neue Nahrungspflanze ist in der Natur kein so seltener Fall. Damit hätten wir dann physiologische Isolierung, und mit ihrer Hilfe könnten ferner morphologische (die Form betreffende) Charaktere fixiert werden, welche die neue Individuengruppe neben der physiologischen Abgeschlossenheit gegen die Stammform als neue Art charakterisieren. So würde uns auch die Tatsache erklärlich, daß wir unter den Schmetterlingen streng monophage Arten haben, die sich von den nahe verwandten Arten durch oft sehr geringfügige, dafür aber sehr konstante morphologische Merkmale unterscheiden. Beim Auftreten neuer Merkmale kann in vielen Fällen von einem Selektionswert derselben überhaupt gar keine Rede Rede sein, so daß Naturzüchtung im Sinne Darwins allein sicherlich nicht die neue Art zu stande bringen konnte. Unter den Lyzänen z. B. sind eine ganze Menge nahestehender Arten durch unfehlbar konstante Merkmale so wohl charakterisiert, daß niemand ihre Artverschiedenheit bezweifelt. Dennoch konnten diese Unterscheidungsmerkmale, z. B. Stellung eines der vielen Augenpunkte an einer bestimmten Stelle auf der Unterseite der Flügel, bei ihrem ersten Auftreten sicherlich keinen Wert für die natürliche Auslese, für das Sichgeltendmachen im Daseinskampf, haben. Neben der morphologischen Verschiedenheit besteht aber eben die völlige physiologische Trennung von den verwandten Arten.

Dr. Karl Jordan, ein bedeutender Schmetterlingsforscher, erklärt sich mit diesen Anschauungen Petersens nicht einverstanden. Er formuliert die zu beantwortende Frage so: Wie ist es möglich, daß eine Gruppe von Individuen einer Art so verschieden von den übrigen Individuen werden kann, daß die in sich fruchtbare Gruppe sich nicht mehr mit der Stammart geschlechtlich vermischt und daher erhalten bleibt? Das sei nur möglich bei örtlicher Trennung; nur diese erlaube eine allmähliche Sonderentwicklung in morphologischer und physiologischer (äußerer und innerer) Hinsicht, da sie die unter anderen Lebensbedingungen entstehende und nach und nach konstant werdende Varietät vor dem Verschmelzen mit Stammform und Schwestervarietäten bewahrt und es dadurch möglich macht, daß die anfangs kleinen, unwichtigen und nicht konstanten Unterschiede in den Geschlechtsorganen und anderen Körperteilen durch Häufung so groß werden, daß eine Verschmelzung nicht mehr eintreten kann. Daneben wirft Jordan dem Entdecker der „physiologischen Isolation" vor, daß seine Ansicht erstens nicht neu sei und zweitens einen Zirkelschluß enthalte, nämlich den, daß eine Art sich in zwei Arten gespaltet hat, weil ein Teil der Individuen zu einer zweiten Art geworden ist. Ob ihm Petersen diese Vorwürfe nicht zurückgeben wird?

Die geschlechtsbestimmenden Ursachen.

Dieses viel erörterte Problem, an dem der arme Professor Schenk sozusagen zu Grunde ging, das jung und alt, hoch und niedrig gleicherweise interessiert, und zwar nicht bloß theoretisch, sondern auch praktisch, dem sicherlich der deutsche Kaiser so gut wie sein russischer Vetter nachgesonnen haben wird, sei es mit Vergnügen, sei es voll Unlust: es ist auch in diesem Jahre wieder zu seinem Rechte gekommen in einem zwar kleinen, aber inhaltreichen Schriftchen des Budapester Anatomen v. Lenhossek, betitelt „Das Problem der geschlechtsbestimmenden Ursachen".[1]) Er versucht es nicht mit der sonst beliebten statistischen, sondern mit einer biologischen Lösung der schwierigen Frage.

Vor zwei Jahrzehnten veröffentlichte der Zoologe Korschelt die Beobachtung, daß das Weibchen eines kleinen Strudelwurms, des Dinophilus apatris, in seinem Eierstock zwei Arten von Eiern birgt: große ovale, durch die in ihnen aufgespeicherten Dotterkörnchen getrübte, und kleinere rundliche von durchscheinender klarer Beschaffenheit. Aus den ersteren gehen nach der Befruchtung stets weibliche Tiere hervor, die 1·2 Millimeter groß werden und mehrere Monate leben, aus den kleinen dagegen ganz winzige (0·4 Millimeter) männliche, die schon nach zehn Tagen sterben. Lenhossek sieht hiedurch als erwiesen an, daß das Geschlecht des Kindes schon vor der Befruchtung durch die Beschaffenheit des Eies bestimmt sei, und verallgemeinert diesen Schluß dahin, daß im ganzen Tierreich bei geschlechtlicher Fortpflanzung der Vater ohne Einfluß auf des Kindes Geschlecht sei. Der weibliche Organismus bringe von vornherein zweierlei Eier hervor, solche, aus denen männliche, und solche, aus denen weibliche Individuen hervorgehen. Bei der Vererbung aller übrigen Eigenschaften haben Vater und Mutter Anteil, das Geschlecht aber werde allein von der Mutter überkommen: eine wissenschaftliche Formulierung der bekannten Tatsache, daß es beim Menschen und bei Haustieren mehrere Generationen hindurch knabenreiche oder mädchenreiche Familien gibt. „So muß sich denn das männliche Geschlecht mit dem Gedanken abfinden, daß ihm jeder direkte Einfluß auf die Bestimmung des Geschlechtes vorenthalten und daß diese Bestimmung ausschließlich dem Organismus des weiblichen Individuums überlassen ist." Wir Armen!

Wie steht es nun mit den Beweisen für diesen Satz? Leider — oder glücklicherweise? — schwach; eigentlich ist die oben angeführte Beobachtung

---

[1]) Jena, G. Fischer, 1903.

Korschelts die einzige Tatsache, die eindeutig für Lenhossèks Hypothese spricht. Wird der schwache Wurm die ungeheure Verantwortung tragen können? Sehen wir einige der weiteren Beweise an.

Eine Hauptstütze seiner Ansicht sieht Lenhossék in der Parthenogenesis, der Erscheinung, daß manche Tiere, z. B. die Blattläuse, sich ohne Befruchtung zeitweise fortpflanzen. Hier erscheint das Geschlecht sicher von der Mutter allein bestimmt, und da es bei allen parthenogenetisch erzeugten Nachkommen einer Art meistens (mit wenigen Ausnahmen) das gleiche ist, schon von vornherein feststehend. Von den Ausnahmen interessieren besonders die Blatt-, Reb- und Blutlausarten, die sich den ganzen Sommer über nur durch parthenogenetisch erzeugte und ebenso gebärende Weibchen fortpflanzen, zahlreiche Generationen hindurch zum Entsetzen des Blumenfreundes; erst im Herbst entstehen echte Geschlechtstiere, Männchen und Weibchen, die zur Paarung schreiten, und nun hört die Erzeugung lebendiger Jungen durch die befruchteten Weibchen auf und diese beginnen Eier zu legen. Als Beispiel dieses merkwürdigen Entwicklungsganges ist im 1. Jahrgange (S. 214) die Verwandlung der amerikanischen Hormaphis-Blattlaus geschildert. Ein Kritiker der Hypothese macht darauf aufmerksam, daß, was Lenhossék nicht bekannt zu sein scheine, bei manchen Formen, z. B. der Reblaus, bestimmte parthenogenetische (unbefruchtet gebärende) Weibchen nur männliche, andere nur weibliche Eier legen, für diese Tiere eine glänzende Bestätigung von Lenhosséks Annahme.

Des weiteren versucht Lenhossék die Beobachtungen an menschlichen Zwillingen für seine Hypothese zu verwerten. Man unterscheidet zwei Arten von Zwillingen, nämlich solche, die aus zwei gleichzeitig gereiften und befruchteten mütterlichen Eizellen entstanden sind (zweieiige), und solche, die dadurch entstanden sind, daß aus unbekannten Gründen ein befruchtetes mütterliches Ei zwei Embryonalanlagen entwickelte (eineiige Zwillinge). Während erstere besondere Embryonalhüllen haben, sind letztere von einer gemeinsamen Hülle umschlossen. Die Erfahrung lehrt nun, daß zweieiige Zwillinge verschiedenen Geschlechtes sein können, die eineiigen aber stets beide entweder männlich oder weiblich sind. Lenhossék sieht den Grund für letztere Erscheinung darin, daß sie Abkömmlinge einer und derselben Eizelle sind, damit also auch Teilhaber ihres Geschlechtscharakters; mithin müsse der weibliche Eierstock beide Arten von Eiern erzeugen, männliche und weibliche, und die Befruchtung sei ohne Einfluß auf die Geschlechtsbestimmung. Aber er muß selbst zugeben, daß, da zu jeder Eizelle ein männliches Geschlechtselement (Spermatozoon) gehört, eigentlich aus dieser Beobachtung nur hervorgeht, daß der bereits befruchteten Eizelle das Geschlecht unabänderlich innewohnt, daß also ein Einfluß des Spermatozoons auf das Geschlecht dadurch nicht ausgeschlossen ist.

Und in ähnlich zweideutigem Tone sprechen auch die übrigen „Beweise" Lenhosséks. Er geht zum Schlusse auf die vielfach angestellten Versuche, das Geschlecht der zu erzeugenden Wesen durch Verschiedenheit in der Ernährung der Eltern zu beeinflussen, ein. Bei niederen Tieren sind diese Versuche vielfach erfolgreich gewesen, und zwar so, daß Überernährung der Weibchen die Bildung weiblicher, Unterernährung das Entstehen männlicher Nachkommen befördert. Dies versucht Lenhossék mit seiner Hypothese in Einklang zu bringen mittels der Annahme, eine bestimmte Art der Ernährung verhindere die im Eierstock des weiblichen Tieres befindlichen Eier des einen Geschlechtes am Ausreifen, so daß nur die Eier des anderen Geschlechtes zur Ausreifung, Befruchtung und Entwicklung gelangen. Lenhossék geht auch auf die Theorie Schenks ein. Dieser hält die Ernährung des Männchens für ganz belanglos hinsichtlich des Geschlechtes des keimenden Lebens; soll eine Beeinflussung vorgenommen werden, so muß sie mittels besonderer Ernährung des Weibchens versucht werden. Es fragt sich nur, zu welcher Zeit eine solche Einwirkung vorgenommen werden soll. Natürlich muß zu dem allerdings schwer bestimmbaren Zeitpunkt begonnen werden, in dem das Eichen noch nicht ausgebildet ist. Schenk verlegte diesen Zeitpunkt auf zwei bis drei Monate vor der Befruchtung, setzte aber die alsdann begonnene diätetische Kur auch noch einige Monate in die Schwangerschaftszeit hinein fort, inkonsequenterweise, wie er selbst zugeben mußte, da vom Moment der Befruchtung an das Geschlecht sicherlich festgelegt ist. Lenhossék führt sehr schwerwiegende Bedenken gegen diese Theorie auf.

Ganz im Gegensatz zu diesen beiden Forschern sind viele, wahrscheinlich die meisten Physiologen geneigt, der Befruchtung eine große Bedeutung für die Geschlechtsbestimmung zuzuschreiben, besonders im Hinblick darauf, daß bei manchen Tieren, besonders bei der Biene, aus den unbefruchtet bleibenden Eiern ein anderes Geschlecht (Männchen oder Drohnen) hervorgeht als aus den befruchteten. Möglicherweise sind alle Eier zunächst männlichen Charakters und dieser wird erst durch Hinzutreten des Spermatozoons zu dem weiblichen umgebildet. Das läßt sich nun allerdings nicht in Einklang bringen mit den im vorigen Jahrgange (S. 219) angeführten Anschauungen F. Dickels, wonach die Mutterbiene in alle Zellen befruchtete Eier absetzt und die Arbeitsbienen es sind, welche durch besondere Drüsensäfte die geschlechtliche Entwicklung derselben bestimmen. Dickel hat neuerdings seine Forschungen in einem zusammenfassenden Aufsatze[1]) niedergelegt, aus dem uns besonders zwei neue Tatsachen interessieren. Wenn er die Königin zwang, in Drohnenzellen Arbeitereier abzulegen, so wurden diese anfangs von den Arbeitern aufgefressen; erst wenn die Zellen von letzteren durch ihren Drüsensaft bespeichelt sind, wird den Eiern die nötige Pflege zu teil und es entstehen dann in den Drohnenzellen Arbeiter. Bisher sah man die Form der Zellen als entscheidend dafür an, ob die Königin Arbeiter- oder

[1]) Die Ursachen der geschlechtlichen Differenzierung im Bienenstaate. Archiv für die gesamte Physiologie Band 95, 1903.

Drohneneier darin absetze. Wenn Dickel Arbeitereier mit dem klaren Safte betupfte, der von den Bienen in die Weiselzellen ausgeschieden wird, so erreichte er damit, daß aus ihnen Königinnen erzogen wurden. Nach Dickel sind aber die Arbeiter keineswegs, wie durchweg angenommen wird, verkümmerte Weibchen, sondern Bienenkönigin und Arbeiterin sind grundverschiedene Tiere, verschieden sogar schon in den Eianlagen. Dann ist die letzte Tatsache aber um so unerklärlicher. — So bleibt denn das Problem der Geschlechtsbestimmung auch für uns zunächst noch von dem vielleicht sehr wohltätigen Dunkel umhüllt, in dem es vergangenen bescheideneren Generationen erschien.

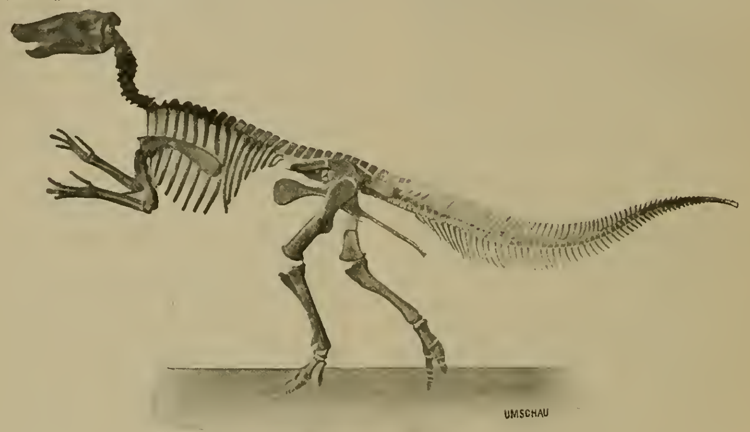
Besiegt im »struggle for life«.

Während einerseits so gewaltige Triebkräfte an der Entfaltung und Vervollkommnung des Lebenden arbeiten, sehen wir anderseits geheimnisvolle Mächte geschäftig, dem Worte zu seinem Rechte zu verhelfen, daß „alles, was entsteht, ist wert, daß es zu Grunde geht". Die geschichteten Gesteine wimmeln von Resten untergegangener Tier- und Pflanzengeschlechter, manches Sediment setzt sich fast rein aus den Überbleibseln winziger Lebewesen zusammen.

Die ältere Wissenschaft kannte nur eine Ursache jenes Wechsels der Lebensformen, die Katastrophentheorie: „Es starb zu derselbigen Stunde die ganze Saurierei; sie kamen zu tief in die Kreide, da war es natürlich vorbei," wie Scheffel in seinem prächtigen Ichthyosauruslied singt. Diese Ansicht zählt auch heute noch hier und da einen Anhänger. So schreibt z. B. A. Zöppritz in seinen schon erwähnten „Gedanken über die Eiszeiten" von der Steinkohlenzeit: „Riesige Saurier und Getier, von welchem diese lebten, bevölkerten die seichten Gewässer. Diese Lebensformen nahmen ein jähes Ende, als ein weiterer Teil des Sonnenkörpers (der Planet Venus) sich abtrennte." Andere nehmen gewaltige Fluten als Ursache der Vernichtung früherer Lebewelten an. Im allgemeinen aber sucht man nach Erklärungen, die den Tatsachen besser gerecht werden als die alten Katastrophentheorien, und neuerdings hat der italienische Zoologe Daniele Rosa eine gründliche Erörterung der Vorgänge, die den Untergang der vorweltlichen Erdbewohner herbeiführten, unternommen.[1])

Das Aussterben der Arten kann auf zwei ganz verschiedenen Wegen vor sich gehen: entweder können die Arten völlig verschwinden, ohne Nachkommen zu hinterlassen, oder sie können in ihren Nachkommen allmählich so abändern, daß sie sich in neue Arten verwandeln. Wo die Abänderungsfähigkeit sich bei allen Organen einer Art fortschreitend vermindert, betritt diese den Pfad zu ihrem völligen Untergange. Rosa behauptet, daß in der Stammesgeschichte der Tiere stets eine geradlinige Abänderung der Organe stattfinde, d. h. eine solche, von der keine Rückkehr zu früheren Formen oder kein Abbiegen zu gleichwertigen anderen möglich ist. Ein Wirbeltierglied z. B., das sich zu einem Flügel oder zu einer Flosse umzubilden begonnen hat, kann eben nur noch Flügel oder Flosse werden. Diese Annahme ist wahrscheinlich nicht ganz zutreffend. Stammen doch die Flossen der Pinguine zweifellos von richtigen Flügeln ab, die der Robben und Wale von typischen Beinen. Die geradlinige Abänderung kann vorwärts, sie kann aber auch rückwärts erfolgen, und in letzterem Falle ist der Schwund des betreffenden Organs unabwendbar. Ein rudimentär gewordenes Organ ist keiner Anpassung mehr fähig.

Je mehr Organe eines Lebewesens nun durch Anpassung oder innere Ursachen in eine solche geradlinige Entwicklung eingetreten sind, desto geringeren Spielraum zur Variation, zur Anpassung an veränderte, neue Lebensbedingungen hat die



Skelett eines Dinosauriers.

[1]) Die progressive Reduktion der Variabilität und ihre Beziehungen zum Aussterben und zur Entstehung der Arten. Jena 1903, Fischer.

Art, ebenso wie ja auch ein einzelnes Organ um so weniger abänderungsfähig wird, je spezieller es seinen gegenwärtigen Zwecken angepaßt ist. Je früher also eine Art alle ihre Organe speziellen Zwecken angepaßt hat, desto eher muß sie verschwinden; je mehr anpassungsfähige Organe, je mehr plastisches Material sie behalten hat, eine um so längere Zukunft wird ihr noch beschieden sein. So ist also das Aussterben einer Art durch den Grad ihrer Vervollkommnung bedingt.

Wie die verschiedenen Organe, so erreichen auch die verschiedenen Arten ihren „toten Punkt" an ganz verschiedenen Orten und zu ganz verschiedenen Zeiten, und an Stelle eines fix gewordenen Organs oder einer stabil gewordenen Art oder Gattung beginnen andere ihren Siegeslauf. An die Stelle der ehemals Luft und Erde beherrschenden Saurier der Kreidezeit sind einerseits die Vögel, anderseits die Säugetiere getreten. Dabei nehmen die neuen Formen ihren Ursprung nicht aus den verschwindenden, sondern entspringen alten, ganz tief unten in der Entwicklungsreihe stehenden Arten, die gewöhnlich auch die Ahnen der entschwindenden sind. So haben höhere Formen mit verwandten hohen, z. B. die Menschen mit den Affen, eine gemeinsame Wurzel in einem sehr tief stehenden, wenig differenzierten Vorfahrwesen. — Diese Anschauungen lassen uns das Aussterben ohne Katastrophen begreifen.



Kämpfende Dinosaurier.

Während das alte allseitig durchforschte Europa nur noch selten neue und epochemachende Funde von Lebewesen vergangener Erdepochen liefert, überrascht **Nordamerika** die Welt fast Jahr für Jahr mit wichtigen und interessanten Tierresten, die zumeist nicht weniger seltsam und abenteuerlich anmuten als die modernen gigantischen Trusts und Corners von drüben. So haben auch die in den Jahren 1897, 1899 und 1901 in dem Tale des Red-Deer-Flusses in Kanada vorgenommenen Ausgrabungen unter Leitung von L. M. **Lambe** eine große Zahl wertvoller Funde zu Tage gefördert.[1])

Die Ablagerungen daselbst gehören zur **mittleren Kreide** und sind 200 Fuß dick; es sind größtenteils Süßwasser-, zum Teile aber auch Meeresbildungen. Demgemäß umfaßt die dort gefundene Fauna sowohl Süßwasser- beziehungsweise Land- und Brackwassertiere als auch Seetiere. Erhalten sind Reste von Fischen, Amphibien, Reptilien und kleinen Säugetieren.

Die Fischreste rühren von Haien oder Rochen, Stören, einem Vertreter der den Amphibien nahestehenden Lurchfische (s. Abbild. Jahrg. I. S. 154) und einer unbekannten Gattung her. Die zahlreich erhaltenen Zähne des Rochens bedeckten die Kiefer des Tieres wie ein Pflaster, so daß man vermuten kann, es habe von harter Nahrung, besonders Muscheln, gelebt.

Am stärksten sind unter den Überresten die Reptilien vertreten, zumeist ausgestorbene Gruppen. Der Löwenanteil unter ihnen entfällt auf die erloschene Gruppe der **Dinosaurier**, meist größere, oft riesige Reptilien, die ähnlich wie das Känguruh sehr kräftige Hinterbeine und einen langen, starken Schwanz, viel schwächere Vorderbeine mit oft zum Greifen eingerichteten Händen hatten und in ihrem Bau mancherlei Übergänge zu den Vögeln verraten. Als deren direkte Vorfahren sind sie jedoch nicht anzusehen, da sie schon viel zu einseitig ausgebildet waren, als daß sich noch eine so ganz andersartige Gruppe aus ihnen hätte entwickeln können.

Es waren schreckenerregende Burschen unter diesen Dinosauriern, Ungeheuer von 9 Meter Länge und 4 Meter Höhe, die hüpfen und laufen konnten. Ornithomimus altus z. B., von dem halbwegs vollständige Reste gefunden sind, konnte mit seinen Händen, die starke Klauen trugen, greifen. Da seine Zähne scharf und spitz waren und er mehr zum Laufen eingerichtet war, so mag er bei einer Höhe von 7 Metern für seine Zeitgenossen ein recht unangenehmer Kollege gewesen sein.

Andere dieser Dinosaurier waren harmlose Pflanzenfresser und zum Schutze gegen etwaige Insulte ihrer wehrhafteren Verwandten mit ausgiebiger Panzerung versehen. Knochenplatten schützten den Kopf, eine knöcherne Halskrause deckte den Nacken und auf dem Rücken verlief wahrscheinlich

[1]) Bericht darüber von Dr. L. Reh in Umschau VII (1903), Nr. 36.



Der Pterodaktylus.

eine Reihe senkrechter, scharfspitziger Platten. Von einer anderen Dinosauriergruppe, den Ceratopsiden, sind gelungene Rekonstruktionen hergestellt (s. die Abbildung des 8 Meter langen Triceratops im 1. Jahrgang, S. 155). Sie waren Pflanzenfresser und trugen Hörner in ungerader Zahl, von denen das vordere oft eine stattliche Waffe bildete. Es müssen mit ihren ungeheuren Dornfortsätzen an der Wirbelsäule massige Tiere gewesen sein, an Lebensweise und Schwerfälligkeit den großen Wiederkäuern vergleichbar, obwohl natürlich ohne Verwandtschaft mit ihnen.

Die Säugetiere der Ablagerungen des Red-Deer-Flusses verschwinden nach Zahl und Größe neben jenen Riesen. Meist sind nur Zähne und Kieferreste von ihnen erhalten, welche auf außerordentliche Kleinheit schließen lassen; zu welcher Gruppe der jetzt lebenden Säuger sie gehören, läßt sich nicht feststellen. Trotz ihrer Kleinheit haben sie im Kampfe ums Dasein den Sieg davongetragen und sind auf der Stufenleiter des Lebens höher und höher emporgeklommen, während ihre riesigen Gegner bis auf wenige Formen erlagen und verschwanden.

Nicht nur die Gewässer und der feste Boden, auch die Lüfte hatten zur Kreidezeit schon ihre Beherrscher, obwohl so gewaltige Vögel wie der heutige Kondor und Albatros anscheinend noch nicht vorhanden waren. Ihre Stelle vertraten große Flugsaurier, die „fliegenden Eidechsen" der mesozoischen Zeit, welche während der ganzen Jura- und Kreidezeit vorkommen und namentlich in letzterer enorme Dimensionen erreichten. Einzelne besaßen eine Flügelspannweite von 7 bis 8 Metern. Man hat von ihnen sowohl vollständige Skelette, besonders im Solnhofener Schiefer, als auch in vereinzelten Fällen die wohl erhaltene Flughaut gefunden.

Eins dieser seltsamen Geschöpfe, der zur Kreidezeit im Gebiete des mit Seen erfüllten Mississippitales lebende Pterodactylus ornithostoma, ist kürzlich von zwei amerikanischen Gelehrten einer eingehenden Studie gewürdigt. Es verdient diesen Vorzug, denn es war wohl das größte fliegende Tier, das jemals gelebt hat. Das zur Gattung der Reptilien gehörende Wesen dürfte etwa 15 Kilogramm schwer gewesen sein und von einer Flügelspitze zur anderen über 7 Meter geklaftert haben. Während die Flügelfläche 3 Quadratmeter betrug, war der Körper sehr klein. Der von einem Knochenkamm gekrönte Kopf endigt in einen dolchartigen, unverhältnismäßig starken und etwa 1 Meter langen Schnabel, der zahnlos und mit einer Art Krokodilschnauzenhaut bekleidet war.

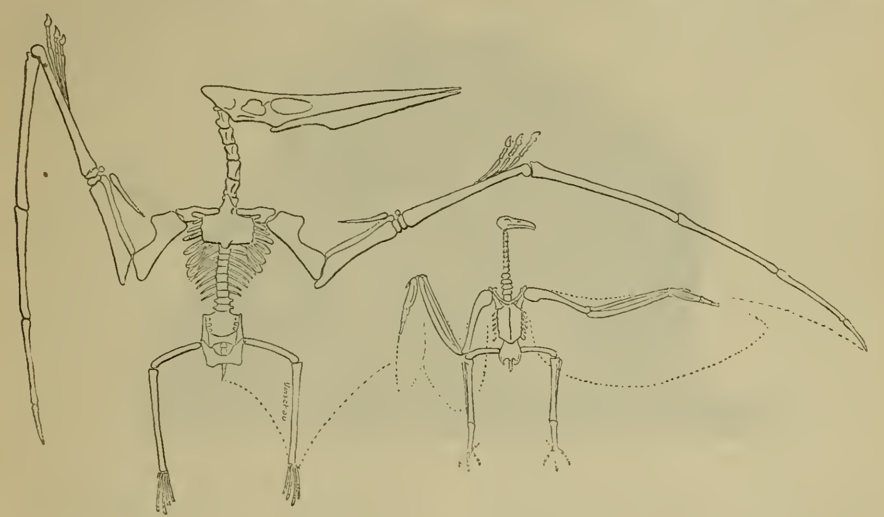
Stürmisch über die Meere dahinsegelnd, war das unbefiederte und leichtknochige Tier mit seinen kleinen und schwachen Gliedmaßen völlig auf Fischnahrung angewiesen, die es aus der Luft herabstoßend mit dem Schnabel ergriff. Seinem Fluge nach gehörte es zu den Seglern, deren ausdauernder Flug durch die Länge und Ausdehnung der

Flügel sowie durch Geschicklichkeit, weniger durch Muskelstärke bedingt wird.

Eine der heutigen Tierwelt weit näherstehende, an ausgestorbenen Formen reiche Fauna hat man im Fajum, einer kesselartigen Einsenkung im Plateau der Libyschen Wüste unweit des Niltales, entdeckt. Die Zeit, in welcher diese Tierwelt lebte, war das auf die Kreide folgende Eozän, die älteste Tertiärzeit. Vor allem interessieren uns die Säugetierreste, welche sich dort in Gesellschaft von Überbleibseln von Panzerwelsen, Krokodilen, Schildkröten, Schlangen, von Verwandten unserer Seekühe und Delphine finden und offenbar zu diesen in See- oder Brackwasserbecken eingeschwemmt sind. Eine Riesenlandschildkröte (Testudo ammon) ist höchstwahrscheinlich die Vorelternform unserer heutigen Riesenschildkröte von Port Louis und anderer, die sich in europäischen Tertiärschichten vorfinden. Von den Säugetieren lassen sich nur wenige zu heute vorhandenen Gattungen stellen, die meisten sind von den jetzt lebenden Formen sehr verschieden. Ein nach des Königin Arsinoë benanntes Huftier, das Arsinoitherium, war so groß wie ein starkes Rhinozeros, dem es auch hinsichtlich des langen schmalen Schädels ähnelt. Eine eigenartige Waffe besaß es in dem gewaltigen Vorsprung der vorderen Schädelspitzenhälfte, welcher sich gabelt und oben leicht abplattet, etwa wie die Hörner der späteren Art Titanotherium (Titanentier). Diese knochigen „Hörner“ erreichten, bei einer Schädellänge von 75 Zentimetern, eine Höhe von 68 Zentimetern, so daß zu ihrer besseren Stütze ein besonderer Oberkieferknochen vorhanden war.

Andere Schädel und Kiefer erweisen sich als die Reste von Vorfahren späterer Elefanten. Ihr Gebiß ist bei weitem vollständiger als das der heutigen Elefanten, bei denen nur je einer der riesigen Backenzähne in jeder Kieferhälfte in Gebrauch ist. Einer jener Vorelefanten, das Paläomastodon, war nur etwa so groß wie ein Nashorn, ein anderes, das nach dem alten im Fajum gelegenen Mörissee benannte Möritherium, noch erheblich kleiner. Sie leiten zu den Elefanten über, deren Heimat demnach Afrika ist, und es erscheint nun nicht unmöglich, daß auch die Antilopen, Giraffen und Rinder, sowie vor allem die Menschenaffen, die ungefähr gleichzeitig mit jenen unvermittelt in Europa und Vorderindien auftreten, von dort her stammen.[1])

An diese Fauna schließt sich nun die des großen griechisch-asiatischen Festlandes der jüngeren Tertiärzeit an, von der uns die Funde zu Pikermi am Fuße der Pentelikon und verwandter Stellen, in Griechenland und Kleinasien (Psachna, Stamatan Achmet-aga, Kostrowu, Megalopolis, Samos, Rhodos, Kreta) erzählen. Die hier ausgegrabenen Knochen gehören Tieren an, die nur auf weit ausgedehnten Grasflächen, auf Prärien oder Savannen leben können. So müssen wir uns jene tertiäre griechisch-ägäisch-kleinasiatische Landschaft vorstellen, durchflossen von gewaltigen Strömen, die Lehm- und Schottermassen, die Fundstätten riesiger Säuger, ablagerten. Das Klima jener Zeit war tropisch oder subtropisch.



Skelett des Pterodaktylus und des Kondors.

Das Überwiegen großer Pflanzenfresser deutet auf eine üppige Flora. Sie ernährte zwei Rhinozerosarten und das Mastodon, jenes elefantenartige, vier Stoßzähne, zwei im Ober- und zwei im Unterkiefer, tragende Tier, das in Europa und Asien noch zur Tertiärzeit ausstarb, in Amerika aber noch in der Diluvialperiode lebte. Ein zweiter gewaltiger Dickhäuter, das Dinotherium, welches zwei große herabhängende Zähne im Unterkiefer

[1]) Vorläufiger Bericht von Dr. E. Stromer, Naturwissenschaftliche Wochenschrift 1903, Nr. 13.

trug, war noch größer als die jetzt lebenden Elefanten. Ein gleichfalls ausgestorbenes dreizehiges Huftier, das Ankylotherium, hatte bewegliche Krallen wie die Faultiere und ungefähr die Gestalt eines Nashorns. Zusammen mit diesen schwerfälligen Riesen tummelten sich Giraffen und Helladotherien, die Verwandten des kürzlich in Afrika entdeckten Okapi, nebst Rudeln von Antilopen, Gazellen, Rehen und Rindern auf den weiten Ebenen. Zwischen ihnen weideten Herden des Hipparion, eines Pferdchens, das an Größe zwischen Zebra und Esel stand und Füße mit drei Zehen besaß, von denen aber nur noch die mittelste den Boden berührt, so daß die beiden seitlichen wegen Nichtgebrauchs verkümmerten. Aus dieser Form mögen unsere heutigen Pferde und Esel entstanden sein. Wildschweine, das zu den Zahnarmen gehörende, noch heute in Südafrika lebende Erdferkel, welches die Ameisen- und Termitenhügel der griechischen Ebenen plünderte, Affen, die den noch heute auf Gibraltar lebenden Makaks verwandt sind, vervollständigen dies an die tierreichsten Gegenden Afrikas erinnernde Bild.



Das rekonstruierte sibirische Mammut.

Und doch wäre es unvollständig, wenn wir nicht auch der Raubtiere gedächten, die in der beutereichen Gegend ein Paradies fanden. Der grimmigste Feind der harmlosen Huftiere war der Machairodus, die säbelzähnige Riesenkatze, wie sie nach ihren kolossalen, gebogenen, beiderseits geschärften und gekerbten oberen Eckzähnen benannt ist. Kein Raubtier, das je existiert hat, kann sich mit ihr an Furchtbarkeit der Bewaffnung messen. Wahrscheinlich wählten die Machairodusarten ihre Beute unter den riesigen Pflanzenfressern, den Mastodonten, Elefanten, Nashörnern, Dinotherien, Nilpferden und Hellastieren, indem sie sie truppweise angriffen und mit ihren furchtbaren Eckzähnen zerfleischten; gegenüber kleinen Wiederkäuern oder den Pferdchen der Tertiärzeit wäre eine so enorme Zahnentwicklung kaum von Vorteil gewesen. Was diesen gewaltigen Räubern, von denen während der Diluvialzeit ein naher Verwandter, der messerzähnige Tiger (Machairodus latidens) noch in Frankreich und England, wenn auch ziemlich selten, auftrat, den Untergang gebracht, läßt sich schwer sagen. Möglicherweise fehlte ihnen nach dem Aussterben ihrer großen, schwerfälligeren Beutestücke die nötige Geschwindigkeit und Ausdauer, um die flüchtigeren Pflanzenfresser zu erjagen. Außer ihnen waren gegen Ende des Tertiärs Hyänen und das schwerfällige, den Hunden nahe verwandte Simocyon mit kurzer Schnauze, breitem Kopf und langen schneidenden oberen Reißzähnen vertreten.

Die Abnahme der tropischen Wärme bewog die meisten dieser Tierformen, nach Afrika und Südasien auszuwandern, wo sich aus ihnen zwei verschiedene, aber nahe verwandte Faunen, die äthiopische und die indische, entwickelten. Hinter den Abziehenden versank der größte Teil des griechisch-kleinasiatischen Kontinents und das Meer verschlang die einst so lebensvollen Ebenen und Niederungen.

Auch die diluviale Säugetierwelt Europas war im Vergleich zu der heutigen weit kraftvoller und reicher entwickelt. Durch drei Arten sehen wir damals die Elefanten vertreten, durch den Südelefanten (Elephas meridionalis), den Urelefanten (Elephas antiquus), vielleicht die größten Landsäugetiere, die je existiert haben, und das Mammut (Elephas primigenius). Der Südelefant, schon im jüngsten Tertiär weitverbreitet, räumte vor dem Heranrücken des Eises das Feld. Der im obersten Pliozän neben ihm auftretende noch größere Urelefant ließ sich von der Kälte nicht vertreiben und tritt noch in zwischeneiszeitlichen (interglazialen) Ablagerungen häufig auf. Noch häufiger ist das Mammut, das während der eigentlichen Eiszeit und in den Interglazialperioden Europa und Nordasien in zahllosen Herden bevölkerte.

Ein sehr getreues Bild seines Aussehens liefert uns die Rekonstruktion des Exemplars, das im

Jahre 1902 von Dr. Herz an einem Nebenflusse der Kolyma fast vollständig geborgen wurde; es fehlte nur ein Teil der Rückenhaut, der Kopfhaut und des Rüssels, welche von Raubtieren abgefressen waren; letzteren zu rekonstruieren wurde nicht versucht, da über seine Endbildung nichts bekannt ist. Die Stellung der Stoßzähne ist ganz verschieden von der der Elefanten. Sie wenden sich nach dem Austritt aus der Zahngrube konvex nach außen und wachsen dann in schön geschwungenem Bogen wieder nach innen, während die Richtung beim Elefanten eine viel geradere und gestrecktere ist. — Sehr schwierig war die Bergung des kostbaren, seit Jahrtausenden vom Eise konservierten Kadavers, das nun getreu in der Stellung, wie es bei seinem Untergange zusammengesunken war, im Zoologischen Museum zu Petersburg aufgestellt ist. Da ein Transport des so schweren Objekts im ganzen durch die unwegsame Taija und Tundra (sibirischer Nadelwald und Flechtensteppe) ganz unmöglich war, so mußte das Mammut an Ort und Stelle zerstückelt werden, was zwei Monate in Anspruch nahm. Dann wurde es auf Schlitten Tausende von Werst bis in bewohnte Gegenden transportiert.

Um wichtige Entdeckungen zu machen, braucht der Paläontologe, der Zoologe, der Urgeschichtsforscher gegenwärtig nicht immer in die Ferne zu schweifen. Unsere Museen und wissenschaftlichen Institute bergen Hunderte von Fundobjekten, die noch niemals einer genaueren Untersuchung unterworfen sind, ja die vielfach seit Jahrzehnten unausgepackt in ihren Kasten liegen. Der Laie, der die Ergebnisse dieser Forschungszweige mit Teilnahme verfolgt, ist gewöhnlich der Ansicht, daß jede aus der Ferne eintreffende Sendung von den Angestellten dieser Institute mit freudigem Hallo begrüßt und nun mit Rieseneifer in wenigen Monaten aufgearbeitet werde. Nichts falscher als das! Es fehlt dort an Zeit, Geld, Arbeitskräften an allen Ecken und Enden, und da der Staat sein Geld für „wichtigere" Zwecke braucht, könnten uns Wissenschafts-Mäcene in Form der amerikanischen nichts schaden. Hier eine solche Museumsentdeckung, welche die Kenntnis unserer eigenen Vorfahren zu erweitern geeignet ist.

Man kennt bis jetzt sechs ausgestorbene Menschenaffengattungen; von ihnen kommt eine in den Siwalikschichten Indiens, eine, der berühmte Pithekanthropus, auf Java, die vier übrigen ausschließlich in Tertiärablagerungen Europas vor. Nur dürftige Reste vermitteln uns ihre Bekanntschaft, und solcher Reste sind neuerdings wiederum zwei bekannt geworden, zwei Zähne aus den zu den Leithakalkbildungen des Wiener Beckens gehörenden Sanden von Neudorf an der March; sie befinden sich schon seit etwa 50 Jahren in zwei öffentlichen Sammlungen. Der eine Zahn — wie geschult das Auge des Paläontologen ist! — verrät uns das Dasein einer neuen Art des aus Frankreich und den schwäbischen Bohnerzen bekannten Dryopithekus, von dem schon zwei Arten bekannt sind. Der zweite unterscheidet sich so sehr von den Zähnen aller bisher bekannten ausgestorbenen und lebenden Antropomorphen (Menschenaffen), daß man auf Grund seiner eine neue Gattung, Griphopithekus, aufstellte.

Die Anordnung der Runzeln und Furchen des ersten Zahnes, der neuen Art Dryopithecus Darwini angehörig, spricht für eine höhere Spezialisierung, und zwar für eine solche, die nicht zum Orang-Utan und Schimpansen, sondern zum Menschen von Krapina hinleitet (siehe I. Jahrbuch S. 256 ff.). Auf Grund der früheren Dryopithekusfunde haben freilich andere Forscher die Meinung ausgesprochen, daß diese Gattung dem Menschen nicht nahestehe, namentlich nicht wegen ihrer Schnauzenlänge und der Schmalheit des für die Zunge zur Verfügung stehenden Raumes. Heute läßt sich nur sagen, daß im Miozän (mittleren Tertiär) Europas Menschenaffen lebten, die sich durch Länge der Zahnreihe, große Schmalheit des Unterkiefers und Höhe der Eckzähne wesentlich vom Menschen unterschieden, dagegen im Bau der Gliedmaßen und der Zähne menschenähnlicher waren als irgend ein anderer Antropomorphe der Miozänformation. Starben sie aus, oder gehören sie in unsere Ahnenreihe?[1])

Daß auch die Katastrophentheorie für Einzelfälle zuzugeben ist, beweist das Verschwinden des unserem Dukatenfalter nahestehenden Polyommatus dispar, einer englischen Schmetterlingsart, die an manchen Orten so häufig war, daß man 15 bis 20 Stück in einer halben Stunde fing. Sie ist seit langem völlig verschwunden, schon 1848 soll das letzte Exemplar gefangen sein. Eine Überschwemmung scheint ihre Brut mit Stumpf und Stiel ausgerottet zu haben und ein Sammlungsexemplar wurde 1902 schon mit 142 Mark bezahlt.

Während die Ergebnisse der zoologischen Paläontologie sich des regsten Interesses weiter Kreise erfreuen, schenkt man im allgemeinen der Pflanzenwelt der Vorzeit weit weniger Aufmerksamkeit. Und doch gibt es auch hier fortgesetzt wichtige Entdeckungen für die Entwicklung des Lebens zu verzeichnen.

Mancher Leser wird sich gewiß noch aus der Schulzeit des Befremdens erinnern, das ihn erfaßte, als er zuerst die Kryptogamen, die „Verborgenblütigen", wie sie uns verdeutscht wurden, kennen lernte, an denen weder Blüte noch Frucht sichtbar war und die sich deshalb von der duft- und farbenprangenden Welt der Blütenpflanzen so sehr unterschieden. Ich hatte als Quintaner ein Gefühl des Bedauerns für diese armen Wesen. Lange Zeit schien zwischen ihnen und den Phanerogamen eine tiefe, unüberschreitbare Kluft zu bestehen, die man erst kürzlich zu überbrücken vermocht hat. Eine Anzahl paläozoischer Pflanzen, die das äußere Ansehen von Farnen haben, unterscheiden sich von den echten Farnen in mehreren wichtigen Punkten und nähern sich den Gymnospermen (Nacktsamigen, Tannenarten, Eibe, Zykadeen). Diese „Zykadeenfarne" (Cycadofilices) erscheinen als Übergangstypen, von denen einige mehr den Farnen, andere den echten Zykadeen gleichen.

[1]) Dr. O. Abel, Zwei neue Menschenaffen, Zentralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie 1903, Nr. 6.

Eins dieser Mittelwesen ist das Lyginodendron, ein kleiner Baumfarn aus der unteren Kohlenformation mit vielgeteiltem Laube und schlankem Stamme, von dem dünne Luftwurzeln in den Boden hinabwuchsen. Von ihm hat man nun kürzlich den Samen entdeckt und damit festgestellt, daß die Farne nicht ein abseits der übrigen pflanzlichen Entwicklungsreihe stehendes Geschlecht, sondern die ehrwürdigen Ahnen der heutigen Nadelhölzer und Zykadeen sind. Wir haben in Lyginodendron eine Pflanze, die in Bau und Gestalt der Blätter vollständig farnähnlich ist, in der Anatomie des Stammes und der Wurzel Merkmale der Zykadeen und Farne vereinigt und bereits richtige Samen entwickelt, wie irgend eine der paläozoischen Gymnospermen. Wahrscheinlich trugen auch noch viele andere Farnzykadeen Samen. Die Fortpflanzung der Farne geschieht mittels beweglicher Sporen oder Spermatozoiden; da nun auch die Zykadeen in solchen beweglichen Samenfädchen, durch deren Tätigkeit die Befruchtung herbeigeführt wird, ein deutliches Überbleibsel aus ihrem farnartigen Ahnentum besitzen, so erkennt man, wie vollständig die Brücke ist, welche die Gefäßkryptogamen mit den Gymnospermen verbindet. [1])

Aus dem Leben der Pflanze.

(Botanik.)

Aus dem Zwischenreich. * Wachsen und Wandern. * Im Kampf ums Dasein * Sinne und Minne im Pflanzenreich. * Im Dienste des Menschen.

Aus dem Zwischenreich.

„Nichts übertrifft die Schönheit des javanischen Bergwaldes; kein Tannenwald im Schneegebirge, kein Laubwald der kühlen Zonen und kein jungfräulicher Urwald der tropischen Tiefebene kann verglichen werden mit diesem herrlichsten aller Vegetationsbilder. Zum Himmel emporstrebende gewaltige Bäume wechseln ab mit niedrigem, kaum 3 Meter hohem Buschwald, der durch Schlinggewächse zu einem fast undurchdringlichen Dickicht verstrickt ist. In feuchten Vertiefungen entfalten Farnbäume ihre zarten, filigranartig fein gefiederten Wedel, die geschützt vor Sonne und Wind in vollkommener Schönheit sich entwickeln. Alle Holzgewächse sind bedeckt von Epiphyten (Überpflanzen), von breitblättrigen Farnen, dunklem Moos und verschiedenfarbigen Flechten. An einzelnen Lichtungen sprießen wilde Bananen hervor, umgeben von feinen Gräsern, von üppig gedeihenden Blattpflanzen und niedrigen Schlinggewächsen. Nur selten tritt in dem dichten Grün, welches die Bergabhänge bekleidet, ein Felsen zu Tage und auch dieser ist von Moos bekleidet und bietet weit herabhängenden Lianen einen Halt." [1])

Mit dieser Gestaltenfülle, die den Tropenwanderer in einen Rausch des Entzückens versetzt, ist Floras Reich keineswegs erschöpft. Es ist vielmehr erst dessen sichtbare Hälfte, der eine andere, nicht so farbenprangend, aber noch vielgestaltiger und artenreicher, gegenübersteht, eine Welt unsichtbarer, meist mikroskopisch kleiner Gewächse, deren Lebensprozeß nicht weniger anziehend ist als das Keimen, Grünen und Blühen der sichtbaren Pflanzenwelt. Einen großen Bezirk dieser niedersten Flora macht die Zoologie der Botanik streitig, und da in der Tat viele Merkmale, die für gewöhnlich als ausschließlich charakteristisch für Tiere oder für Pflanzen angesehen werden, in ihr vereinigt auftreten, so haben wir das Recht, sie als eine Art Zwischenreich zwischen beiden zu betrachten, als Grenz- oder Mittelwesen, die uns zu Bewußtsein bringen, wie künstlich und gemacht eigentlich alle unsere systematischen Trennungen und Unterscheidungen sind.

Wer sich einmal in einer Gerberei umgesehen, hat vielleicht in den Lohbeeten und Lohhaufen merkwürdige bandartige Schleimmassen bemerkt, die sogenannte Lohblüte; daß sie ein pflanzliches Wesen ist, sieht ihr niemand an. Freilich gehört sie auch nur zu den niedersten Vertretern der Pflanzen, zur Klasse der Schleimpilze, die durch ihre Wandlungsfähigkeit vor den übrigen Pilzen ausgezeichnet ist. Mit einem Repräsentanten dieser merkwürdigen Wesen, dem Dictyostelium mucoroides, wie wir ihn in Ermanglung eines deutschen Namens bezeichnen müssen, macht uns eine Arbeit G. Potts' bekannt. [2])

Aus einer winzigen Spore, welche hier die Stelle des Samens bei höheren Pflanzen vertritt, entwickeln sich nackte, zellhautlose Protoplasmaklümpchen, die Myxamöben, welche sich durch Scheinfüßchen, d. h. aus- und einfließende Plasmafortsätze, fortbewegen. Sie sind von einer tierischen Amöbe nicht zu unterschieden. Solange sie reichlich Nahrung haben, bleiben sie gesondert und vermehren sich durch Zweiteilung. Potts hat sie dadurch, daß er sie nach wenigen Tagen aus der alten Nährlösung immer wieder in frische setzte, $5^1/_2$ Monate lang in dem Amöben-, d. h. dem Tierstadium, erhalten. Läßt man sie jedoch hungern, indem das Nährsubstrat 4 bis 5 Tage dasselbe bleibt, so bekommen die kleinen Individualisten soziale Anwandlungen, just wie der Mensch in ähnlichen Lagen, legen sich in Bändern zusammen und vereinigen sich dergestalt um einen gemein-

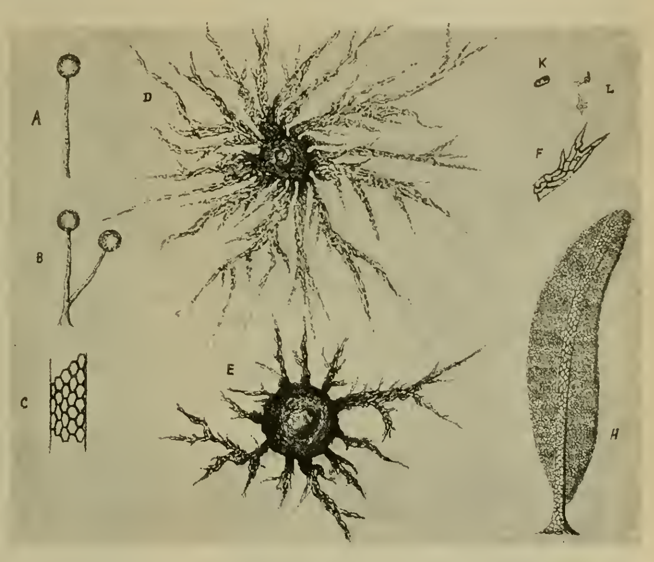
[1]) A. Preyer, Indo-Malaiische Streifzüge. Leipzig 1903.

[1]) Naturwissenschaftliche Rundschau 1903, Nr. 40.

[2]) Flora. Allgemeine botanische Zeitung. Band 91 (1902).

samen Mittelpunkt zu einem Plasmodium. Die einzelnen wurzelartig verzweigten Arme dieses Gebildes schieben sich mehr und mehr zusammen, dadurch wird aus der Mitte ein Stiel hervorgedrängt, und an ihm kriecht schließlich die Hauptmasse des Plasmodiums in die Höhe und verwandelt sich oben in eine Sporenkugel. In diesem Zustande gleicht der Schleimpilz der Frucht eines Schimmelpilzes, wie wir sie auf altem Brot gelegentlich beobachten können.

Das interessanteste Entwicklungsstadium des Diktyostelium ist der Plasmodienzustand. Bei den Verwandten unseres Schleimpilzes stellt das Plasmodium eine einheitlich verschmolzene Masse vor; die Diktyostelien aber gaben ihre Individualität nicht in dem Maße auf, sie bildeten vielmehr einen richtigen Genossenschaftsstaat, in dem die Arbeit gleichmäßig verteilt ist: die einen Amöben bilden den Stengel, die anderen den Fuß, noch andere die Sporenkugel. Jede einzelne Zelle und Spore des Gebildes entspricht und entstammt einer einzelnen Amöbe; ja wenn man das kürzlich erst gebildete Plasmodium zerdrückt, so zerteilt es sich noch wieder in selbständigen Weiterlebens fähige Amöben. Es kommt vor, daß ihr Bau von selbst wieder zusammenfällt, besonders wenn man ihnen eine etwas versalzene Nährlösung geboten hat. — Die auseinandergerutschten Amöben geben dann von neuem ans Werk, suchen von neuem einen Stengel und auf diesem eine Spore zu bilden. „Man wird“, sagt Dr. H. v. Liebig, „bei der ganzen Geschichte unwillkürlich an die Ideen des Philosophen Fechner erinnert, wonach wir Menschen auch nur einzelne Zellamöben eines größeren lebenden Organismus, der Erde, sein sollen.“ (Umschau VII, S. 124.)



Dictyostelium mucoroides. K Spore, L Myxamöben, D Plasmodium, E dasselbe konzentriert, F Spitze eines Armes vergrößert, H am Stengel zur Spitze hinaufkriechendes Plasmodium, durchsichtig gezeichnet, A fertige Sporenkugel, B dieselbe mit Ast, C Stück des Stengels stärker vergrößert.

Außer dieser Fruchtform vermag der Schleimpilz unter Wasser noch eine zweite zu bilden. Die Amöben kriechen dort einfach zu einer Kugel zusammen, die dann in Sporen zerfällt, den Anfängen neuer Amöben. Spuren einer organischen Substanz, Sauerstoff und irgend eine Phosphorsäureverbindung genügen, die Sporen zum Keimen zu veranlassen. Für die Fruchtproduktion war jedoch auch Stickstoff notwendig, und ihn vermag das Diktyostelium sich nur durch Zusammenleben mit Bakterien zu verschaffen, die es durch Absondern von Verdauungssaft tötet und von außen verdaut, ohne es, wie andere Amöben, zu umfließen und sozusagen aufzufressen. Auch im Tierreich hat man kürzlich ein Wesen entdeckt, ein Protozoon oder Urtier, Amoeba nitrophila, welches sich ebenfalls durch Verdauung von Bakterien außerhalb seines Zelleibes ernährt. Die zwei sind mit Ausnahme der höheren insektenfangenden Pflanzen die einzigen bekannten Organismen mit einer Verdauung außerhalb des Körpers.

Als der wesentlichste Bestandteil einer jeden Zelle gilt bekanntlich neben dem Zellinhalt oder Protoplasma der Zellkern. Fast überall, in jeder Zelle hat man unter normalen Verhältnissen Zellkerne gefunden. Ausnahmen scheinen allein die Zellen einiger niedriger Pilze und der Bakterien zu bilden, in denen bis jetzt mit Hilfe der heutzutage zu Gebote stehenden optischen und chemischen Hilfsmittel Kerne nicht entdeckt sind. Doch können sie trotzdem vorhanden sein.

Um nun die Frage nach dem Einflusse des Kernes zu entscheiden, besonders um festzustellen, ob das Wachstum der Zelle an das Dasein des Zellkerns gebunden, durch ihn bedingt oder auch ohne ihn möglich sei, stellte der Russe Gerassimow von der bekannten grünen Süßwasseralge Spirogyra kernlose Zellen her. Er brachte die in Teilung begriffenen Fäden der Alge in Wasser von unter 0° und erzeugte dadurch aus einer Zelle ein Paar Schwesterzellen, von denen die eine kernlos war, während die andere zwei Kerne oder einen größeren zusammengesetzten Zellkern erhielt. Äußerlich unterschieden sich die kernhaltigen und kernlosen Zellen gar nicht. Aber die Lebensvorgänge waren in den ersteren weit reger als in den letzteren. Die Doppelkernzellen übertrafen sowohl die gewöhnlichen einkernigen als auch besonders die kernlosen an Energie des Wachstums und

Zunahme der Masse beträchtlich. Die kernlosen Zellen waren zwar auch fähig, in die Länge zu wachsen; aber ihre Zunahme war unbedeutend und die Dehnbarkeit der Zellwände sehr geschwächt. Mit dem Zellkern hatten sie auch den größten Teil ihrer Lebensenergie eingebüßt. (Naturwissenschaftliche Wochenschrift, Band II, Nr. 34.)

Isolierte Zellen höherer Gewächse, z. B. einzelne aus den Blättern des roten Bienensaug, ferner die losgetrennten Brennhaare der großen Nessel u. a., wurden von G. Haberlandt in geeigneten Nährflüssigkeiten drei Wochen und länger lebend erhalten, ein Beweis, daß die Zelle, selbst wenn sie einem Zellverbande unlöslich eingefügt erscheint und auch auf natürlichem Wege aus demselben nicht wieder gelöst wird, dennoch nicht alle Selbständigkeit aufgibt. Mit der fortdauernden Nahrungsaufnahme war meist ein mehr oder minder ausgiebiges Wachstum der isolierten Assimilationszellen verbunden. Das Volumen der einzelnen Zellen, die meist deutlich das Bestreben zeigten, sich abzurunden und der Kugelform zu nähern, erreichte in einzelnen Fällen das Elffache der ursprünglichen Größe. Trotz dieses auffälligen Wachstums schritt jedoch niemals eine zu einer Zellteilung.

Den Grund für den Wiederbeginn des im Blatte schon abgeschlossenen Wachstums der isolierten Zellen sieht Haberlandt nicht in der Wirkung eines neu hinzutretenden Reizes, sondern nimmt vielmehr an, daß die Zellen ihr unterbrochenes Wachstum fortsetzen, weil der seitens der Gesamtpflanze ausgeübte Hemmungsreiz, der die Assimilationszellen des Blattes in einem gewissen Stadium zwingt, ihr Wachstum einzustellen, mit Isolierung der Zellen fortfällt.

Kehren wir nun noch einen Augenblick zu den höheren Pilzen zurück. Zu den gefürchtetsten Gebilden aus ihrem Kreise gehören der Hausschwamm oder vielmehr die Hausschwämme; denn es sind ihrer eine stattliche Zahl, mit der uns P. Hennings in einer interessanten Arbeit ausführlich bekannt macht[1].

Die sämtlichen holzbewohnenden Pilze, welche größtenteils den Löcherpilzen (Polyporazeen) angehören, finden sich auch in der freien Natur, von wo sie meistens mit dem frischen Bauholz in Neubauten eingeschleppt werden, in denen sie oft sehr günstige Entwicklungsbedingungen vorfinden, namentlich hinreichende Feuchtigkeit und abgeschlossene Luft. Während diese Pilze sich in der freien Natur, auf Bäumen und Baumstümpfen, normal entwickeln, findet in abgeschlossenen, dumpfigen, dunklen Räumen, sei es in Kellern, sei es unterhalb der Dielen, sehr häufig eine ganz abnorme Ausbildung der vegetativen Organe, der Myzelien oder des Pilzgewebes (Pilzbrut), sowie auch besonders der Fruchtkörper statt. Letztere pflegen sich bei Lichtabschluß in die Länge zu strecken, zu vergeilen, vielgestaltig zu verzweigen oder knollenförmig zu gestalten. Manchmal erzeugen sie auch keine Sporen und sind deshalb oft schwer zu bestimmen.

[1] Hedwigia, Organ für Kryptogamenkunde, Band 42 (1903), Heft 5.

Während der echte Hausschwamm (Merulius lacrymans) in seiner typischen, holzzerstörenden Ausbildung sofort und sicher erkennbar ist, kommt er uns in der freien Natur selten zu Gesicht. Er tritt hier besonders an morschen Kieferstämmen oder unweit solcher auf dem Erdboden auf und bildet gewöhnlich kleine, bis 15 Zentimeter große Fruchtkörper (Pilzhüte) von schmutzig rostbrauner Färbung, meist im Spätherbst oder Winter bei anhaltend nebeliger frostfreier Witterung. Sie werden leicht übersehen, was ja übrigens in Gebäuden auch der Fall ist, wo nach Hennings selbst bei üppiger Myzelentwicklung in etwa 100 Fällen nur zirka zehnmal Fruchtkörper beobachtet wurden. Nicht selten nehmen sie hier ganz abnorme Formen an, zumal wenn sie frei an Pfählen und Balken hängen, muschelförmige, glockige, verzweigte und dachziegelförmige Gestalt.

Dieselbe hochgradige Zerstörung des Bauholzes wie der echte richtet nicht selten der Poren-Hausschwamm (Polyporus vaporarius) an, der, anscheinend noch verbreiteter als jener, im Freien besonders an Stämmen und Stümpfen der Nadelhölzer, aber auch an Laubholz, altem Holzwerk, in Erde und faulendem Laub auftritt. Seine Myzelien, frisch durch einen scharfen, an Sauerteig und manchmal auch an Rettich erinnernden Geruch ausgezeichnet, wuchern gewaltig, durchdringen nicht nur das Dielenholz und das Füllmaterial unter ihm, sondern sogar Mauerwerk. Beim Abbruch eines Hauses sah Hennings aus der Mauer des stehen gebliebenen Nachbarhauses die weißen Myzelstränge von unten bis hinauf zum dritten Stock herabhängen. Manchmal, besonders an feuchten Kellerbalken, bildet er faustgroße Fruchtknollen. Auch bei ihm ist die Form des Fruchtkörpers sehr wechselvoll.

Besondere Aufmerksamkeit verdient außer den genannten der neuerdings häufiger beobachtete Blätter-Hausschwamm (Lenzites sepiaria), der nicht nur das Holzwerk in hochgradiger Weise zerstört, sondern auch die Fugen des Mauerwerks mit üppigen Myzelwucherungen zu durchsetzen vermag; allerdings scheint er langsamer zu arbeiten als die beiden vorigen und ist deshalb weniger auffällig. Auch der allbekannte Hallimasch (Armillaria mellea), in der freien Natur an lebenden und abgestorbenen Stämmen weitverbreitet, geht mit dem Bauholz manchmal in Gebäude über, ist jedoch gleich den übrigen von Hennings beobachteten nicht entfernt so gefährlich wie das obige Zerstörertriumvirat.

Wie hier an der Zerstörung des Holzes, so sehen wir die Pilze in niedriger stehender Form an der Vernichtung tierischer organischer Substanz beteiligt, besonders die sogenannten Spaltpilze. Eine der brillantesten dabei auftretenden Erscheinungen ist das von Hans Molisch eingehend behandelte Leuchten des Fleisches, insbesondere toter Schlachttiere,[1] ein in der Tat frappierendes Phänomen.

„Hat schon der phosphorische Glanz des faulen Holzes im finsteren einsamen Walde oder im dunklen

[1] Botan. Zeitung, 61. Jahrg. (1903) Heft 1.

Keller die Gemüter seit jeher mächtig angezogen und mit Staunen erfüllt, so war das beim Leuchten des Fleisches noch bei weitem mehr der Fall. Der Hang zur Mystik hat besonders in der Zeit des Aberglaubens den Menschen beim Anblick eines leuchtenden toten Tieres zu allerlei phantastischen Vorstellungen, wie Geisterspuk und Zauberei, verleitet und den staunenden Beobachter nicht selten mit Schrecken erfüllt."

Die erste wissenschaftliche Beobachtung stammt aus dem Jahre 1592, wo man zur Osterzeit Stücke eines aus der Fleischbank zu Padua gekauften Lammes leuchtend fand. Doch kamen bisher nicht allzu viele derartige Fälle zur Beobachtung, darunter auch ein solcher mit leuchtenden Würsten, rohen



Molisch' Bakterienlampe.

sogenannten „Augsburgern", die in Wien von der Sanitätspolizei konfisziert waren, weil sie infolge eines sehr starken Leuchtens auf der ganzen Oberfläche verdächtig erschienen. In einem finsteren Raume zeigte sich auf der Wursthaut ein sehr starkes, weißlichgrünes, ruhiges, nicht dampfendes Licht verbreitet, so daß man schon bei einer Wurst gewöhnliche Druckschrift recht gut lesen konnte, wohl der erste Fall, daß eine „Augsburger" als Lampe diente. Die Fleischer verheimlichen natürlich solche Fälle aus leicht begreiflichen Gründen.

Molisch prüfte deshalb mehrere Monate lang das ihm für den Hausgebrauch gelieferte Fleisch und fand das Leuchten zu seiner Überraschung weit häufiger, als er vermutet hatte, und zwar bei Fleisch verschiedener Metzgerläden. Rind- und Kalbfleisch zeigte, in sterilisierten Schalen ausgesetzt, bei einer um 10° herum schwankenden Temperatur in 50% der untersuchten Stücke das Leuchten. Es begann nach einem bis fünf Tagen und währte auch einen bis längstens fünf, durchschnittlich 1·8 Tage. Mit Salz bestreute Stücke leuchteten leichter.

Daß die Lichtentwicklung bei gesalzenem und in Salzwasser liegendem Fleisch häufiger eintritt und länger währt als bei ungesalzenem, dürfte darauf beruhen, daß einerseits der lichterregende Organismus salzliebend (halophil) ist, für seine normale und üppige Entwicklung Kochsalz braucht, anderseits das Salz vielleicht andere auf dem Fleische vorkommende Bakterien in ihrer Entwicklung hemmt und die Leuchtbakterien im Kampfe ums Dasein einen Vorsprung gewinnen läßt. Wenn die stinkende Fäulnis im Fleische die Oberhand



Photographische Aufnahme bei Bakterienlicht.

gewinnt, erlischt allmählich das Leuchten, da die Lichtbakterien nunmehr von anderen, nicht leuchtenden Spaltpilzen, den Fäulniserregern, überwuchert werden.

Das weißlich erscheinende Licht verteilt sich selten gleichmäßig auf dem Fleisch, sondern tritt inselartig auf, so daß das Fleisch wie mit glänzenden Sternen übersät erscheint. Als Erreger des Lichtes erwies sich stets der Micrococcus phosphoreus (Cohn), der 1 bis 2 Mikromillimeter lang ist und nur bei Gegenwart von Sauerstoff und in einer Temperatur unter 30° C. gedeiht. Er gehört zu den am intensivsten, in grünlichbläulichem Lichte leuchtenden Bakterien; besonders junge Kulturen leuchten so stark, daß man den Lichtschimmer schon bei Tag im Schatten des Zimmers wahrnimmt. Es ist nicht unmöglich, daß der Leuchtpilz ursprünglich aus dem Meere stammt, wo das

Leuchten ja nicht selten ist. Gegenwärtig muß er jedoch als eine auf dem Lande völlig eingebürgerte Bakterie bezeichnet werden, mittels derer wir uns den merkwürdigen Anblick leuchtenden Fleisches jederzeit mit Leichtigkeit verschaffen können. Molisch konstruierte mit ihr förmliche Bakterienlampen, deren Licht zwar nicht genügte, in Pflanzen Chlorophyll zu erzeugen, wohl aber stark genug ist, die Keimlinge anzuziehen, so daß sie nach der Lichtquelle hin wachsen. Sogar photographische Aufnahmen gelangen mit Hilfe des Bakterienlichtes, wie die Photographie der Gipsbüste Schillers, allerdings bei 15 Stunden Expositionszeit. Die Frage, ob die Leuchtbakterie dem menschlichen Organismus beim Verzehren schädlich werden könne, ist verneinend zu beantworten, da der Spaltpilz bereits bei 30° Wärme abstirbt, die Blutwärme unseres Körpers aber eine beträchtlich höhere ist.

Wachsen und Wandern.

Die gewaltige Eruption, welche im Jahre 1883 das Felseneiland Krakatau in der Sundastraße zur größeren Hälfte in die Luft sprengte und ins Meer versenkte, ließ von der 33 Quadratkilometer großen, vor dem Ausbruch mit einer dichten, bis zur Spitze des Vulkankegels reichenden Waldvegetation bedeckten Insel nur die südliche Hälfte zurück, aber in völlig verändertem Zustande, begraben unter einer Decke von Bimsstein, Lava und Asche, und des Pflanzenwuchses bis auf die letzte Spur beraubt. In diesem Zustande bot das vom Festlande etwa 30 Kilometer entfernte, völlig unbewohnte und schwer zugängliche Felseneiland einen interessanten Beitrag zur Lösung des Problems, wie landferne Inseln mit mehr als Ufer- oder Koralleninselflora zu ihrer Vegetation kommen.

Als Krakatau drei Jahre nach der Katastrophe von Professor Treub, dem Direktor des Botanischen Gartens zu Buitenzorg auf Java, zum erstenmal besucht wurde, stellte er als erste pflanzliche Ansiedler auf der Bimsstein-, Lava- und Aschendecke sechs verschiedene Arten mikroskopischer Algen aus der Gruppe der Cyanophyzeen fest, die, augenscheinlich durch den Wind herbeigetragen, sich so stark entwickelt hatten, daß sie die Abhänge des Berges mit einer schwarzgrünen, gallertartigen Schicht überzogen. Sie bildeten die geeignete Unterlage für die Keimung von Farn- und Moossporen, deren Kleinheit und Leichtigkeit die Reise mittels der Luftströmungen ebenfalls leicht machte. Die Vegetation an den Bergabhängen wurde vornehmlich durch das Vorherrschen von Farnkräutern, elf Arten häufiger Tropenfarne, charakterisiert. Blütenpflanzen traten daneben nur in wenigen Arten und Exemplaren auf, meist Strandpflanzen, deren Samen oder Früchte von Meeresströmungen ans Ufer gespült waren, wenn nicht der Wind die leichten, mit Flugeinrichtungen ausgestatteten Früchte von weit her auf die Insel verschlagen hatte.

Zehn Jahre später besuchten wiederum mehrere Botaniker die Insel, deren Relief durch die Tätigkeit der tropischen Regengüsse so stark ausmodelliert war, daß die Reisenden trotz mehrfacher Versuche auf die Besteigung des Vulkangipfels verzichten mußten. Auf dem inneren und höheren Teil, der noch am wenigsten Pflanzenwuchs zeigte, herrschten noch die Farne vor, doch scheinen trotz der großen Flugfähigheit der Farnsporen weitere Arten seit 1886 nicht hinzugekommen zu sein. Der flachen Strandzone auf der Nordseite der Insel, wo man landete, hatte sich eine Windenart fast ganz bemächtigt, die Ipomoea Pescaprae, die mit ihren kriechenden Stengeln und weit ausgreifenden Wurzeln ein dichtes Gestrüpp bildete. Einige Hülsenfrüchtler wie Vigna und die wohlriechende Canavalia, mehrere echte und Zypergräser waren ihnen gesellt, reichlich blühend und fruchtend. Von vielen anderen Pflanzenarten fanden sich angeschwemmte Früchte und Samen am Strande, z. B. Früchte der Kokosnuß, einiger Eichenarten, von Dillenia und Pandanus und die meterlangen, sehr festschaligen Gliederhülsen von Entada scandens, aus der Verwandtschaft der Akazien. Daß sie im Seewasser ihre Keimfähigkeit nicht eingebüßt hatte, bewiesen die zahlreich vorhandenen Keimpflanzen.

Beim Vordringen in das Innere der Insel veränderte sich das Vegetationsbild gänzlich. Auf und zwischen den Hügeln herrschen hohe Gräser vor, mannshohe Halme von Schilf, wildem Zuckerrohr u. a. Arten (Phragmites, Saccharum, Gymnothrix) erschweren das Vordringen. Zwischen ihnen haben sich die oben genannten Schlinggewächse, Ipomoea, Canavalia, Cassytha u. a. reichlich entwickelt, selten ragte hie und da ein Strauch auf. Die Vegetation dieser Zone macht völlig den Eindruck einer tropischen Grassteppe.

Auch auf den ersten steil ansteigenden Felswänden, wo an vielen Stellen noch die schleimige Algendecke die einzige Bekleidung bildet, haben sich neben den Farnen (Gymnogramma, Acrostichum, Aspidium) spärlich zerstreute Blütenpflanzen angesiedelt. Verhältnismäßig häufig ist hier die durch stattliche, weiße oder rosarote Blütenstände ausgezeichnete Erdorchidee Spathiglottis plicata und eine hohe, stark aromatisch riechende Komposite (Blumea balsamifera) anzutreffen.

Im ganzen fand man auf Krakatau und zwei bei jenem Ausbruche ebenfalls verschütteten Nachbarinselchen 62 Pflanzenarten, darunter zwölf Kryptogamen und 50 Blütenpflanzen, während Treub zehn Jahre vorher nur elf Farne und 15 Blütenpflanzen gezählt hatte. Von ihnen waren außer den Farnen 17 Arten Phanerogamen, deren Samen oder Früchte mit Flugapparaten versehen sind, durch den Wind herübergetragen. Etwa 32 Arten sind durch den eigenartigen Bau ihrer Früchte befähigt, in keimfähigem Zustande durch Meeresströmungen angeschwemmt zu werden; die wenigsten Arten sind wohl durch wandernde oder weitfliegende Vögel transportiert worden. Bäume und größere Sträucher finden den Boden zu ihrem Gedeihen noch nicht vorbereitet genug, nur auf dem nahen Verlaten Eiland fand sich schon ein Wäldchen von 5 bis 6 Meter hohen Kasuarina-Bäumchen vor.

Welchen Einfluß die Entfernung vom nächsten Festlande für die Besiedlung spielt, zeigen die am Weihnachtstage 1901 von der „Gauß", dem Schiff

der deutschen Südpolarfahrt, besuchten, südöstlich von Afrika gelegenen Crozetinseln (Possession-Island), die Hunderte von Kilometern vom Festlande entfernt sind. Zwar traf man auch hier Anzeichen neuerer vulkanischer Tätigkeit, doch muß die letzte Eruption schon Jahrhunderte zurückliegen. Trotzdem fand man außer einem die Höhen bedeckenden dichten Teppich aus Laubmoosen, Bärlappgewächsen und Farnkraut nur 15 Blütenpflanzen neben vielen Algen, Flechten und Moosen. Weit reicher war die Fauna der Insel.

Über die Frage, wie weit Samen mittels der Luftströmungen transportiert werden können, ist viel gestritten worden. Daß die tropischen Orkane und Taifune sie über Strecken von 20 bis 40 Kilometer tragen, beweist der Krakataufall. Aber auch in unseren Breiten scheint nach den Untersuchungen Dr. P. Voglers[1]) ein Transport über mehrere hundert Kilometer nicht ausgeschlossen zu sein. Er stützt sich dabei auf den während eines Nordwindes am 30. August 1870 am St. Gotthardt gefallenen Hagel von Kochsalz-Kristallen, die durchschnittlich $^1/_3$ Gramm, z. T. aber bis 0·76 Gramm wogen. Sie sind höchstwahrscheinlich, nach ihrem Aussehen zu schließen, aus einem der Salzgärten am Ozean oder Mittelmeer durch einen Sturm in große Höhen aufgewirbelt und von einem Südwind nach Norden getragen, wo sie ein Gegenwind dann zum Fallen gebracht hat. Die nächsten Salzgärten, bei Genua und Venedig, sind immerhin 250 und 300 Kilometer von dem Fallorte entfernt, und so weit dürfte der Wind auch die häufig viel leichteren Samen transportieren können. Ob diesen damit, daß sie so weit von ihrem natürlichen Standorte in andere klimatische und Bodenverhältnisse gelangen, gedient ist, bleibt eine andere Frage, die meist zu verneinen sein wird. Mehr Bedeutung wird wohl der Transport auf Entfernungen von 5 bis 20 Kilometern und die Möglichkeit des Überschreitens hoher Bergrücken für unsere kleinen Wanderer behalten.

Denn mit dem Anlangen in der neuen Heimat ist es nicht getan; dem Samen muß nun auch die Möglichkeit geboten werden, dort zum Keimen zu gelangen. Über die physiologischen Vorgänge, die sich bei der Keimung von Samen abspielen, hat Professor Bokorny einen sehr interessanten, zusammenfassenden Bericht gegeben.[2])

Auffällig ist bei den meisten Samen die große Wasserarmut ihres Gewebes; der Wassergehalt schwankt zwischen 6% (bei süßen Mandeln) und 14% (Buchweizen), während er in vegetativen Geweben, z. B. der Futterrübe, 87% und mehr beträgt. Sehr groß ist dagegen der Gehalt an Nährstoffen, Stärke, Fett, Eiweiß und Mineralsalzen, die der Keimling in den Speichergeweben bestimmter Samenteile von der Mutterpflanze mit auf den Weg erhält. Die Zellen des Nährgewebes oder der Keimblätter, wenn ersteres fehlt, stecken voll von Stärkekörnern, Proteinkörnern, Fetttropfen u. a.

[1]) Naturwissenschaftliche Wochenschrift II (1902/03), Nr. 12.

[2]) Naturwissenschaftliche Wochenschrift, II, Band Nr. 15.

Die äußere Samenhülle oder Samenschale besitzt hervorragende Eigenschaften zum Schutze des schlummernden Keimes. Besonders wichtig sind ihre hohe Spannkraft, die den bei nasser Witterung vorzeitig aufgequollenen Samen am Platzen hindert, ihre Undurchlässigkeit für Licht und ihre schlechte Wärmeleitung. Der Samenkern besteht entweder nur aus dem mit dicken Keimblättern (Kotyledonen) versehenen Keim oder Embryo, oder er enthält außer diesem noch ein nur als Nahrungsspeicher dienendes Gewebe, das Sameneiweiß (Endosperm). Dieses Magazin wird ebenso wie die Keimblätter bei der Keimung des Embryo ausgeleert.

Die Keimung wird eingeleitet durch die Aufquellung des Samenkerns mittels des von der



Japanischer Zwergbaum (Thuja) von 250 Jahren. (Nach »La Nature«.)

Quellschicht der Schale aufgesogenen Wassers, ein rein physikalischer Vorgang, vergleichbar dem Aufquellen eines Stückes trockenen Leims im Wasser. Ohne diese Wasseraufnahme würde es dem an sich sehr trockenen Samen an dem so notwendigen Vehikel zum Transport der Nährstoffe nach den Orten der Neubildung fehlen. Ohne Wasseraufquellung kann die Keimung auf Jahre, Jahrzehnte, ja vermutlich sogar auf Jahrhunderte aufgeschoben werden, eine, wie es scheint, für die betreffende Pflanzenart nicht unwichtige Einrichtung, um das Erlöschen der Art zu verhindern. Möge die lebende Generation einer Art total vernichtet werden, bevor die Fortpflanzung gesichert ist, z. B. durch Überschwemmungen, Steppen- und Moorbrände, so ist immer im Boden schlummernde Reserve bereit, um die Lücken auszufüllen.

Während der Trockenperiode des Samens verweilt das Protoplasma, das lebende Zellgewebe, im Zustande der Untätigkeit. Sobald das Wasser von Schicht zu Schicht, von Gewebe zu Gewebe vordringt, nimmt das Protoplasma seine vielseitige Tätigkeit wieder auf. Es beginnt lebhaft zu atmen, bewirkt chemische Spaltungen und Zusammensetzungen, löst Stärke und Eiweiß, verwandelt das Fett in transportablen Zustand, schmilzt Reservezellulose ein, baut anderwärts Ei-

weiß und Zellulose aus einfacheren Stoffen auf. Die Zellkerne des Embryo entfalten ihre schöpferische Tätigkeit, aus einer Zelle werden zwei, jede wieder mit einem Kern ausgestattet, der von neuem teilungsfähig sein kann. Oder es geht diese wunderbare Fähigkeit nur auf einen der beiden Kerne über, und der andere tritt in einen dauernd inaktiven Zustand ein.

Da das Protoplasma nicht in das Innere der als solche in Wasser nicht löslichen Proteinkörner, der wichtigsten Eiweißablagerungen des Samens, gelangen kann, bewirkt es deren Auflösung durch im Zellsaft gelöste Stoffe, die sogenannten Enzyme, die auch im Tierleibe eine große Rolle spielen und neuerdings Gegenstand eingehender, sehr schwieriger Untersuchungen gewesen sind. Auch die Auflösung und Umbildung der in Wasser, kalten verdünnten Säuren und Salzlösungen unlöslichen Stärkekörnchen bewirkt der keimende Same mit Leichtigkeit, nachdem er sie mittels eines verzuckernden Ferments, der Diastase, in Traubenzucker verwandelt hat. So findet der Keim oder Embryo das Mittel, für seine Ernährung zu sorgen, indem er in das ihm benachbarte Speichergewebe die von ihm ausgeschiedenen Enzyme, unter denen sich auch die Diastase befindet, aussendet.



Neuseeländische Kaurifichten.

Sind alle Reservestoffe des Samens durch Auflösung und chemische Umwandlung mobil gemacht, so beginnt sofort die Wanderung nach den Orten des Verbrauches, in das erste Würzelchen, in die Keimknospe, in die ersten Laubblätter; dort geht eine umgekehrte Verwandlung vor sich, die gelösten Stoffe werden wieder in Protein, Stärke und andere Kohlehydrate, namentlich Zellulose, zurückverwandelt und damit abermals unlöslich und wanderungsunfähig.

So arbeitet der Keim mit bewundernswürdiger Lebenskraft an seiner Entfaltung. „Das freilich" — so singt der Dichter — kann er nicht geben, was ihm noch fehlt zum Gedeihen. Der Erde warmen Segen, Tauperlen spät und früh und Sonnenschein und Regen, die kommen, man weiß nicht wie?" Und wenn diese Kräfte ausbleiben oder ihm gar zu kärglich zugemessen werden? Selbst dann gibt der Organismus nicht immer den Versuch auf, sich, wenn auch in kümmerlichster Form, zu erhalten. Beispiele so unverwüstlichen Lebensdranges sind die mit allen Mitteln, nahrungsarmer Erde, Dürre, Lichtmangel, Zurückschneiden, zur Verkrüppelung erzogenen japanischen Zwergbäume, die man neuerdings als freilich sehr teure Importe bisweilen in den Auslagen der China- und Japanwarengeschäfte unserer Großstädte sieht, fußhohe Gewächse von 100 bis 250 Jahren meist aus der Verwandtschaft der Nadelhölzer, Lebensbäume (Thuja) und Zypressen.

Welch ein Gegensatz zwischen diesen winzigen Krüppeln und den mit Recht als Wunder der Schöpfung gepriesenen Mammutbäumen Kaliforniens (Sequoia gigantea), über deren Wesen und Schicksal E. Berdan in anziehender Weise berichtet.[1]) Die Fundorte dieser Baumriesen sind gegenwärtig schon außerordentlich beschränkt, und nicht weniger als 42 Sägemühlengesellschaften arbeiten an der Vernichtung der meist in Privatbesitz befindlichen Bestände. Die imposantesten Exemplare befinden sich auf den Westabdachungen der Sierra Nevada, leider nur wenige davon in staatlichem Besitze. Erstaunlich ist die Widerstandsfähigkeit der Mammutbäume. Ihre Rinde ist hart wie Stein und nahezu unverbrennbar; nur in streichholzdicken Spänchen fängt sie Feuer und brennt weiter. Ein armdickes trockenes Stück einzuäschern, bedarf es der stundenlangen Einwirkung eines Schmiedekohlenfeuers. Auch das Holz, so leicht, weich und brüchig es erscheint, ist in und über der Erde ungemein beständig gegen Fäulnis. Weder in ihm noch in der Rinde lassen sich Wurmgänge entdecken.

Dank dieser urwüchsigen Gesundheit erreichen die Riesen ein unglaubliches Alter. Aus verschiedentlich vorgenommenen Zählungen der Jahresringe ergab sich ein Alter von 5000 bis 9000 Jahren, was freilich von anderer Seite angezweifelt wird. Jedenfalls aber dürften sie die ältesten pflanzlichen Lebewesen der Neuzeit sein und könnten, ihrer Beschaffenheit wegen, unbeschränkt fortwachsen, ohne an Altersschwäche zu Grunde zu gehen — wenn nicht der Mensch einschritte. Mit Axt und Säge ist ihnen nicht beizukommen. Dampfbohrer bohren wochenlang zahlreiche konzentrisch nach dem Mark verlaufende Löcher in den Stammfuß, bis dieser so geschwächt ist, daß man den Baum durch Eintreiben von Keilen auf einer Seite zum Überkippen bringen kann. Als der Old Hercules im Calaveras Grove auf diese Weise nach 37tägiger Arbeit zu Falle gebracht werden sollte, rührte und regte er sich trotz allen Aufkeilens nicht, bis ihn in der Mittagspause ein Windstoß unvermutet stürzte. Fallend zertrümmerte er 174 Bäume von $^{1}/_{3}$ bis $1^{1}/_{2}$ Meter Dicke in Splitter und füllte

[1] Petermanns Mitteilungen, Bd. 48 (1902), Heft 1.

mit Stamm und Krone eine ganze von ihm geschlagene Waldlichtung. Er maß 107 Meter und hatte 71 Meter Umfang an der Wurzel. Die Nachkommen der heutigen Waldverwüster in den Vereinigten Staaten werden nicht fassen können, wie man diese Wunder der Natur um lumpiger Bretter und Pfosten willen, die jeder andere starke Stamm auch liefert, vernichten konnte. Aber den Händlern erwächst aus einem einzigen Stamm ein horrender Profit, und das genügt drüben; genügt's doch manchmal sogar auch bei uns.

Dieselbe kurzsichtige Geldmacherei wütet in dem mit Naturschönheiten reich gesegneten Neuseeland gegen die herrlichen Kaurifichten, das Unikum der Nordinsel, deren Holz und bernsteinähnliches Harz einen Hauptausfuhrartikel Aucklands bilden. In 20 Jahren dürften sie ausgerottet sein, ein Verfahren, das um so unverständlicher erscheint, als dieser wertvolle Baum auf dem magersten Boden wächst, der nach seiner Abholzung erfahrungsmäßig unbrauchbar ist.

Im Kampf ums Dasein.

So ist der Mensch den Pflanzen ein übermächtiger Feind. Gegen ihresgleichen und tierische Gegner wissen sie sich meistens recht gut ihrer Haut zu wehren, und immer wieder müssen wir die zweckmäßigen zu Schutz und Trutz geschaffenen Einrichtungen der anscheinend wehrlosesten Gewächse bewundern.

Unter den von auswärts eingeführten Primeln befinden sich zwei, Primula obconica und Pr. sinensis, deren oberirdische Teile, besonders die Blätter, mit Drüsenhaaren besetzt sind, die ein leicht auskristallisierbares Sekret absondern. Auf der menschlichen Haut, namentlich an empfindlicheren Stellen, rufen diese Sekrete eine mehr oder minder heftige Entzündung hervor, die nur durch Anwendung von 96%igem Alkohol (d. h. äußerlich) und eventuell darauffolgendes[1]) Waschen mit Wasser und Seife beseitigt oder stark verringert werden kann. Es leuchtet ein, daß den freiwachsenden Pflanzen kaum ein besserer Schutz gegen alles Getier, sei es schreitend, gleitend oder aufkriechend wie die Schnecken, gegeben werden kann: wer wird sich da das Maul verbrennen! Einige Formen der bekannten Aurikel besitzen ähnliche Drüsenhaare, welche den eigentümlichen Mehlstaub-Überzug hervorbringen. Ihnen fehlt die hautreizende Wirkung, welche aus unbekannten Gründen auch bei manchen Pr. sinensis ausfällt.

Anstatt äußerer Schutzmittel, Stacheln, Dornen, Brenn- und Drüsenhaare, besitzen manche Gewächse zu ihrer Verteidigung scharfe Säfte oder ätherische Öle. In einer Arbeit über die Bedeutung der ätherischen Öle bei Trockenpflanzen, d. h. Gewächsen trockener Standorte (Xerophyten), zeigt K. Detto, daß diesen in Hautdrüsen gebildeten Ölen die ihnen zugeschriebene Rolle, die Wasserverdunstung der Pflanze herabzusetzen, nicht zukommt.[1]) Dagegen bilden sie in vielen Fällen einen wirksamen Schutz gegen die Angriffe von Tieren, z. T. für die vegetativen Organe (Blätter und Stengel), zum Teil für die Blüten. Detto beschreibt einige solcher Einrichtungen, namentlich zur Abwehr der Schnecken, bei ganz bekannten, zu den Storchschnabelgewächsen und Lippenblütlern gehörenden einheimischen Pflanzen.

„Bei fast allen Geraniumarten findet sich in der Blütenregion an Blütenstielen, Kelchen und Fruchtklappen eine reichliche Drüsenbehaarung, die besonders bei Geranium pratense (Wiesenstorchschnabel) stark entwickelt ist, dessen Drüsen einen sehr klebrigen und eigentümlich schmeckenden Stoff absondern. Kleine Insekten, z. B. Blattläuse, haften daran fest. Wo die Drüsen, wie am Blütenstiele des Sumpfstorchschnabels, fehlen oder schwach entwickelt sind, wie beim blutroten Storchschnabel, stellt sich eine Bekleidung von abwärts gerichteten oder abstehenden Deckhaaren oder langen Borsten ein, deren Bedeutung bezüglich der Schnecken bekannt ist. Die borstigen Blütenstiele werden selbst von der Weinbergs- und Ackerschnecke nicht gefressen."

Die abschreckende Wirkung, welche die Ölabsonderung des durch seinen stinkenden Geruch ausgezeichneten Ruprechtskrautes (Geranium Robertianum) auf Schnecken ausübt, läßt sich jederzeit nachweisen. Niemals hält eine Schnecke es auf der Pflanze aus, die übrigens auch von weidenden Zweihufern durchaus gemieden wird. Die Blüten dagegen wurden von hungernden Weinbergsschnecken gefressen, so daß sie dieser Schnecke wenigstens zum Opfer fallen würden, wenn nicht die Vegetationsorgane mit ihrem giftbewehrten Drüsenkleide sie schützten.

Was den Schutz der Blätter gegen Tierfraß betrifft, so ist es eine bekannte Tatsache, daß die mit ätherischen Ölen versehenen Lippenblütler, Thymian, Minze, Salbei u. a., vom weidenden Vieh verschont bleiben, während Gräser und Hülsenfrüchtler kahl abgefressen werden. Den Weidetieren gegenüber sind also die außenständigen Öldrüsen von großer Bedeutung und dasselbe gilt für die Schnecken. Die Gartenschnirkelschnecke z. B. vertilgte Blätter des roten Bienensaug, dessen Öl mittels Alkohols ausgewaschen war, sofort, während sie frische Triebe verschmähte; an letzteren platzt das zarte Häutchen der Öldrüse schon bei leichter Berührung und läßt den widrigen Inhalt hervortreten.

Als besonders interessantes Beispiel einer durch ätherische Öle geschützten Pflanze beschreibt Detto den Diptam (Dictamnus albus). Hier stehen oberhalb der Blattregion besonders gestaltete Drüsen in dichten Scharen, so daß die Schnecken vor ihnen in die Blütengegend nicht hineinzukommen vermögen. Bei Berührung mit diesen Spritzdrüsen scheidet die Schnecke sofort eine Menge von weißem Schleime ab, ein Zeichen, daß ihre Haut durch das Drüsensekret stark gereizt ist. Die Wirkung der Drüsen kommt dadurch zu stande, daß bei noch so leiser Berührung des haarartigen spröden Drüsenschnabels dieser sofort abbricht, worauf das in der Drüse enthaltene Öl plötzlich austritt und entweder in einem großen Tropfen an der Schnabelspitze hängen bleibt oder in Tröpfchen fortgespritzt wird. Ameisen, die an dem drüsigen Stengel empor-

[1]) Flora, Bd. 92 (1903), Heft II.

zuklettern versuchen, ergreifen bei der Berührung mit dem Öl sofort die Flucht.

Bekannt ist ja das Experiment, mittels eines brennenden Streichholzes den Blütenstand des Diptam in Brand zu setzen; dabei verbrennen die Schnäbel und das ausspritzende Öl entzündet sich.

Die Freunde der Pflanzen, die eigentlichen Bestäuber, wie Bienen und Hummeln, werden durch die Drüsen an ihrer Arbeit nicht behindert, da an den Blütenteilen die Drüsen so gerichtet sind, daß sie nur von unten aufkriechende Insekten abhalten. Unbedingten Schutz gewähren freilich auch die ätherischen Öle nicht, das ist auch nicht erforderlich und nicht möglich; nicht erforderlich, da es sich hauptsächlich darum handelt, die zur Frucht- und Samenbildung und damit zum Fortbestehen der Art wichtigen Organe bis zur Erreichung dieses Zweckes zu sichern; nicht möglich, da die Kultur durch Einführung anderer als der ursprünglich eingeborenen Tiere neue Feinde der Xerophyten herbeigezogen hat, welche diese Einrichtungen nicht immer respektieren.

Dagegen sehen wir anderseits auch, daß neu eingeführte Pflanzen ohne hervorragende oder überhaupt nur sichtbare Verteidigungsmittel von den alteingesessenen Vierfüßlern und sonstigen Feinschmeckern auffällig gemieden werden. Das kommt dem Ankömmling dann im Konkurrenzkampf mit der heimischen Flora sehr zu gute und befähigt ihn nicht selten zu erstaunlich rascher Ausbreitung. Ein ausgezeichnetes Beispiel dafür bietet das in manchen Gegenden Deutschlands noch nicht ein halbes Jahrhundert lang ansässige, aus der Mongolei stammende kleine Springkraut (Impatiens parviflora), ein naher Verwandter unseres einheimischen Springkrauts (Impatiens noli tangere) und der als Topfpflanze gezogenen indischen Gartenbalsamine.

Wo dieser gewöhnlich einem botanischen Garten entronnene, durch Fortschleudern der Samen mittels der elastischen Fruchtkapselwände zu schneller Ausbreitung befähigte Mongole sich niederläßt, unterdrückt er bald die altangesessenen Krautgewächse. Im Berliner Tiergarten sieht man unter dem Baumschatten stellenweise nichts anderes als weite Springkrautbestände. Wege, Eisenbahndämme, Flußufer, Parks bieten ihm überall Boden vorwärtszudringen, und sein schnelles Wachstum läßt ihn alle Konkurrenz schlagen. Der Große Garten bei Dresden, der bis 1842 und auch noch 20 Jahre später mit dem einheimischen Springkraut sehr stark besetzt war, birgt seit 30 Jahren nicht ein einziges Pflänzchen dieser Art mehr, dafür aber eine Überfülle von Impatiens parviflora. Dr. R. Ebert schilderte in einem anziehenden Aufsatze über die Ausbreitung des Fremdlings im Königreich Sachsen den Vernichtungskampf, den er im Dresdner Zoologischen Garten gegen die einheimische Art führte.[1]) Auf einem kleinen, wenige Quadratmeter haltenden Bezirke, einer der letzten Zufluchtsstätten des Impatiens noli tangere (Kräutlein Rührnichtan, wie der Volksmund unser Springkraut nennt, weil die geringste Berührung die reifen Fruchtkapseln zum Aufschnellen und Fortschleudern der Samen bringt) in Dresdens nächster Umgebung, standen Ende der Sechzigerjahre des vorigen Jahrhunderts noch etwa 100 Exemplare desselben unangefochten von der kleinblütigen Art, als sich der Fremdling zunächst in ganz wenigen Vertretern zu zeigen anfing. Im folgenden Jahre hatte er schon die Hälfte des Terrains in Besitz genommen, aber etwa 50 Pflanzen von Noli tangere brachten es noch zu vollen Entwicklung. Im Jahre darauf bemerkte man noch einige 40 Pflanzen von ihr im Frühling; parviflora machte sich aber schon sehr breit, nahm bald durch schnelleres Wachstum den Bedrängten Licht und Nahrung und ließ kein Exemplar von Noli tangere auch nur zur Blütenbildung kommen. Im vierten Jahre zeigten sich nur noch vereinzelte, bald zu Grunde gehende Samenpflänzchen der alten Art und das folgende Jahr zeigte die unumschränkte Herrschaft des zähen Eindringlings. Wer Symbolik zu treiben liebt, könnte in diesem Kampfe ein Vorspiel und einen Vorgeschmack dessen finden, was uns bevorstände, wenn die gelbe Rasse selbst einmal einen ähnlichen friedlichen Vorstoß nach Europa unternähme. — Dabei hat das lästige Unkraut keinerlei hervorragende Schutz- und Trutzmittel; aber kein Vieh und Wild scheint es zu fressen, und ich kann mich nicht erinnern, an den Tausenden von Exemplaren im Berliner Tiergarten auch nur ein von Insekten oder Schnecken angefressenes Blatt gesehen zu haben.

[1]) Naturwissenschaftliche Wochenschrift N. F. II, Nr. 50

Sinne und Minne im Pflanzenreich.

Die Untersuchungen G. Haberlandts über etwaige Sinnesorgane bei Pflanzen, die er in den Fühlhaaren und Tastwärzchen zu finden glaubte (s. I. Jahrbuch S. 185), haben einen neuen Forschungszweig, die Sinnesphysiologie der Pflanzen, entstehen lassen. „Es ist", schreibt Professor Francé, „merkwürdig genug, daß es nach den vorhandenen, so überaus reichhaltigen Erfahrungen über die Licht-, Wärme-, Schwerkraft-, Berührungs-Empfindlichkeit der Pflanzen so lange gedauert hat, bis man auf den naheliegenden Gedanken verfiel, systematisch nach den Organisationen zu suchen, welche zur Perzeption der verschiedenen Tropismen geeignet sind (Ungelehrtendeutsch: Empfindung der Reize). Jener Satz der Tierphysiologie, wonach erst das Bedürfnis, über die Umgebung orientiert zu sein, die Sinnesorgane lokalisiert und ausgebildet hat, muß auch für die Pflanzen gelten. Hat das Bedürfnis der Schling- und Klettergewächse nach festem Halt an den Ranken Fühlpapillen entwickelt, um den Kontaktreiz intensiv perzipieren zu können, so steht dem nichts im Wege anzunehmen, daß auch das Bedürfnis des Pflanzenkörpers, sich in zweckmäßiger Weise den Lichtverhältnissen anzupassen oder sich zweckmäßig im Raum auszubreiten, geeignete Organe zur Empfindung der hiezu Anstoß gebenden Reize geschaffen habe."

Haberlandt und Němec haben im Anschluß an die oben erwähnten Sinneswerkzeuge der

Klettergewächse auch ein Organ für Schwerkraftreize in der Pflanze festzustellen vermocht. Niedere Tiere, z. B. die Krebse, haben in den sogenannten Hörblasen feste Körperchen, Kalkkörnchen oder künstlich hineingebrachte Fremdkörper, die nicht dem Hören, sondern mittels des Druckes, den sie ausüben, der Orientierung im Raume dienen. Entfernt man eins dieser Organe, so vermag das Tier nicht mehr in normaler Weise zu gehen und zu schwimmen. Diesen Hörbläschen (Statozysten) der Krebse, Kopffüßler (Tintenfische) und anderer entsprechen bei den Phanerogamen die Zellen der Stärkescheide in den Stengeln, beziehungsweise die Stärkezellen der Wurzelhaube, wobei die Stärkekörner, die spezifisch schwerer als der Zellinhalt sind, die Rolle der Schwerkraftkörperchen oder Statolithen übernehmen. Zur Vermittlung und Übertragung des Reizes dient die allgemeine Reizbarkeit des Protoplasmas.

Zum Beweise, daß die Stärkekörner als Statolithen funktionieren, machte Haberlandt folgenden Versuch: Die Stärke, die bekanntlich durch Verwandlung in andere Substanzen aus vielen Holzgewächsen im Winter völlig verschwindet, hat sich bei abnorm niedrigen Herbsttemperaturen manchmal schon aufgelöst, obwohl die Pflanze bei Erhöhung der Temperatur ihr Wachstum noch fortsetzt. Haberlandt wählte nun stärkefreie Stauden des ausdauernden Flachses (Linum perenne) und stellte fest, daß sich in ihnen bei Erhöhung der Temperatur neue Stärke erst nach 20 Stunden bildet. Folgten die stärkefreien Pflanzen, bei Temperaturerhöhung ihr Wachstum wieder aufnehmend, der Wirkung der Schwerkraft also früher, so war seine Statolithentheorie für Pflanzen hinfällig.

Er legte nun Laubsprosse des Leins, die von 1—2° C. in eine Wärme von 17 bis 20° gebracht und dadurch zu raschem Wachstum veranlaßt wurden, horizontal und ließ sie, um die Wirkung des Sonnenlichts auszuschließen, auf dem Drehapparat (Klinostaten) rotieren; sie zeigten nach 2—2½ Stunden noch keine Spur von Aufrichtung der Stengelspitze (geotropischer Krümmung). Nach 24stündigem Rotieren wieder untersucht, zeigten sie eine Erneuerung der Stärke. Als nun der Versuch unter denselben Bedingungen wiederholt wurde, stellten sich alsbald am Klinostaten die schönsten geotropischen Krümmungen ein. Vollständig ausgewachsene Stengelteile, die dem Schwerkraftreiz nicht mehr unterliegen, zeigen auch keine Stärkescheiden mehr; die überflüssig gewordene Stärke ist bei ihnen bereits aufgelöst und anderweitig verwendet.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß diese schönen, aber mühevollen Untersuchungen bald weitere interessante Entdeckungen im Gefolge haben und allmählich den Laboratoriumsgeschmack, der ihnen gegenwärtig für den Laien noch anhaftet, verlieren werden.[1]) Wie ein Hauch frischeren Lebens streift es uns, wenn wir uns vom Experiment der Betrachtung des reizvollsten Zweiges der Botanik, der mit dem Liebesleben der Pflanze sich beschäftigenden Blütenbiologie, zuwenden.

Zu den wunderbarsten Erscheinungen, welche das Blütenleben der Pflanze hervorbringt, gehört das Leuchten der Blüten, das zuerst von der Tochter Linnés, später von Goethe, der es eingehend beschrieb, und vielen anderen Naturfreunden beobachtet ist. Als leuchtende Blumen werden unter anderen die Kapuzinerkresse, die gelbe Rosenaster, der Gartenmohn, die Feuerlilie, die Ringelblume, die Sammet- und die Sonnenblume, die unechte Kamille und die Nachtkerze genannt. Schon Goethe stellte die Vermutung auf, daß es sich bei dieser besonders nach Sonnenuntergang in Form einzelner Lichtblitze auftretenden Erscheinung nicht um eine eigentliche Lichtproduktion der Pflanze, sondern um Kontrastfarben handle, die dem ausgeruhten Auge besonders deutlich zu Bewußtsein kämen. Ich selbst habe bei der Kapuzinerkresse und der in Berlins Umgegend zahlreich vorkommenden Nachtkerze jahrelang beobachtet, ohne objektiv sichere Lichterscheinungen feststellen zu können. Ebenso hat Oberlehrer Ballerstedt, der an vielen Abenden die Blüten der Ringelblume und der Kapuzinerkresse seit Jahren beobachtete, sich über das Leuchten oder Nichtleuchten der Blüten dieser Pflanzen kein sicheres Urteil bilden können.[1]) Manchmal glaubte er ein deutliches Selbstleuchten der Blüten zu erkennen, in den meisten Fällen aber schienen ihm die Lichtblitze auf Lichtreflexe und Farbenkontraste zurückzuführen zu sein. Dieselben Blüten, die unmittelbar nach dem Abpflücken im dunklen Zimmer deutliche Lichterscheinungen zu zeigen schienen, versagten, wenn sie in einem ganz finsteren Schranke beobachtet wurden.

In einem Falle aber glaubt Ballerstedt sicher ein wirkliches Leuchten festgestellt zu haben. Die unter der Bezeichnung „Brennende Liebe" bekannte Lychnis chalcedonica zeigte sehr deutliche, auf- und abwallende, sekundenlang fast ganz erlöschende Lichtstrahlung, so daß die Pflanze ihr Beiwort „brennend" vielleicht weniger der feuerroten Blütenfarbe als der Lichtausstrahlung verdankt die von allen, welche Ballerstedt darauf aufmerksam machte, an vielen Abenden wahrgenommen wurde. Seine Beschreibung der Erscheinung stimmt freilich mit den Angaben früherer Beobachter über die oben genannten Leuchtpflanzen so sehr überein, daß man auch hier dieselben Ursachen des Leuchtens vermuten möchte.

„Bei der brennenden Liebe scheint das phosphoreszierende Licht von den Staubbeuteln auszugehen. Es macht sich an warmen und trockenen Abenden besonders bemerkbar in der Weise, daß benachbarte Blüten der großen doldigen Blütenstände plötzlich aufleuchten. Das Leuchten dauert mit wechselnder Helligkeit einige Sekunden, nicht selten aber auch 2—3 Minuten an, erlischt dann für kurze Zeit, um meist nach wenigen Sekunden mit verstärkter Helligkeit wieder hervorzutreten. Wenn der Tau die Blüten zu befeuchten anfängt, nimmt die Lichterscheinung an Intensität ab und

[1]) Haberlandt, Zur Statolithentheorie des Geotropismus. Jahrb. für wissenschaftliche Botanik, Band 38, Heft 3. Referat in Naturwissenschaftliche Wochenschrift II, Nr. 44.

[1]) Leuchtende Pflanzen. Naturwissenschaftliche Wochenschrift, Band II (1903), Nr. 41.

hört bei dichter Bedeckung der Blütenstände mit Tau ganz auf."

Ballerstedt vermutet, daß dieses Leuchten einzelner Blütenteile ein nicht seltenes und nicht unwichtiges Orientierungsmittel für Insekten bei Gewinnung des Nektars und der für die Blütenbefruchtung so wichtigen Übertragung des Pollens sein möchte, daß aber unser Auge für diese Lichterscheinungen viel weniger empfindlich ist als das Auge der nachts oder spät abends arbeitenden Insekten. Empfinden letztere doch — und zwar nach Versuchen auch mittels des Auges — die für uns unsichtbaren Röntgenstrahlen.

So wäre vielleicht für die unter viel schwierigeren Verhältnissen arbeitenden Nachtinsekten, z. B. die Schwärmer, das Leuchten ein leicht erkennbares Zeichen, durch welches das Insekt auf die Blüten hingewiesen wird, deren Besuch für Pflanze und Bestäuber noch lohnt, was namentlich bei Blüten in dichtgedrängten Blütenständen von großem Wert wäre. Die anziehenden Leuchtblumen seien deshalb auch der Aufmerksamkeit unserer Leser empfohlen; viele eignen sich zur Zimmerkultur.

Eigenartige Blüten- und Befruchtungsverhältnisse beschreibt S. H. Koorders an einer Anzahl zweigblütiger tropischer Pflanzen, die großenteils der Feigengattung angehören.[1]) Ficus Ribes (Reinw.) gehört zu jenen merkwürdigen Bäumen, bei denen sich die beblätterten und die fruchttragenden Zweige ziemlich scharf getrennt haben. Letztere gehen großenteils vom Stammgrunde aus, sind bis $2^1/_2$ Meter lang und schmiegen sich dem Erdboden an, in dem sie zum Teil versteckt liegen und Wurzel schlagen. Auch bei der erdfrüchtigen Feige (Ficus geocarpa) werden die Früchte an schiffstauähnlichen, horizontalen, blattlosen Zweigen produziert, zum Teil unter der Erde, zum Teil unter der faulenden Laubdecke, die sich an den natürlichen Standorten der Pflanze immer befindet. Die längsten dieser unterirdischen Zweigseile maßen fast 8 Meter, bei einer Höhe des ganzen Baumes von etwa 10 Metern. Die reifen Früchte sind immer von einer wässerigen stinkenden Flüssigkeit erfüllt, in der meist zahlreiche Insektenlarven umherschwimmen. Höchst eigentümlich ist, daß bei sehr vielen untersuchten Bäumen keine einzige Pflanze zu finden war, die aus Samen des Mutterbaumes hervorgegangen war, während doch an jedem Mutterbaum eine große Anzahl von Früchten mit Tausenden von Samen gefunden wurden. Alle jungen Pflanzen unter älteren Bäumen waren auf ungeschlechtlichem Wege aus den Fruchtzweigen hervorgewachsen, und zwar ziemlich nahe der Zweigspitze, welche nicht selten selbst an ihrem Ende ohne ersichtlichen Grund plötzlich senkrecht aufwärts gewachsen war und an ihrem oberen Ende normale grüne Blätter getrieben hatte. Ersteres ist für die jungen Pflänzchen offenbar von großem Nutzen, da es sie aus dem Schatten und dem Wurzelbereich des mütterlichen Baumes, unter dem sie ersticken müßten, entfernt. Aber weshalb überhaupt noch Frucht- und Samenproduktion, wenn die Vermehrung nur auf ungeschlechtlichem Wege erfolgt. Wahrscheinlich herrschen auch hier, wie bei der echten Feige (siehe Jahrbuch I, S. 187), verwickelte Befruchtungsverhältnisse, die erst ein genaueres Studium enthüllen wird.

Cyrtandra geocarpa und Cyrtandra hypogaea auf Celebes tragen oberirdisch nur Laubblätter, keine Blüten. Bei ersterer entspringt am Stammfuße ein einziger, wurzelähnlicher, schnurförmiger und blattloser Zweig, der nahe an der Spitze, zum Teil in Laub und Unterholz versteckt, eine einzige, ziemlich große, schmutzigweiß gefärbte Blüte trägt. Die zweite Art besitzt dagegen wieder einen ganzen Kranz von Zweigschnüren, an denen zahlreiche blaßgefärbte Blüten sitzen.

Bei einer baumartigen Anonazee Javas, Sageraea cauliflora (Scheff.), ist zur Fruchtzeit der Stamm mit dichtgedrängt sitzenden, faustgroßen, graubraunen Früchten dicht umgeben. Bis auf einige Meter oberhalb des Bodens ist der Stamm astlos und trägt auf zerstreuten Wulsten die männlichen Blüten. Zum Teil dürften diese merkwürdige Blüten zu den auf Befruchtung durch Aasfliegen angewiesenen, durch blasse, fleischähnliche Farbe und Aasduft gekennzeichneten Aas- und Ekelblumen gehören.

Daß nicht nur das Leben des modernen Kultursklaven, sondern auch das der sorglos dahinlebenden Pflanzen sozusagen nach der Uhr geregelt ist, bewies jüngst wieder ein amerikanischer Botaniker, B. B. Smyth, durch Anlegung einer aus einheimischen und naturalisierten Blumenarten hergestellten Blumenuhr an der Kansas Academy of Science. Dieses regelmäßige Öffnen und Schließen der Blüten zu ziemlich fest bestimmten Tageszeiten hat auch bei uns schon seit Linné, dem ersten botanischen Uhrmacher, zur Aufstellung zahlreicher Blumenuhren geführt; aber eine so große und mit so zahlreichen Arten versehene dürfte bisher doch kaum aufgestellt sein. Zwischen zwei konzentrischen Zifferblättern, einem äußeren und einem inneren, befindet sich das Blumenbeet, das in seinen den einzelnen Uhrziffern entsprechenden Kreisausschnitten die Namen der zugehörigen Blumen trägt, und zwar sind in einem äußeren Ring 99 zur betreffenden Stunde sich öffnende, in einem konzentrischen inneren 73 zur betreffenden Zeit sich schließende Arten verzeichnet. Diese Kansasblumen weisen alle Öffnungs- und Schließungszeiten zwischen 1 Uhr nachts und 11 Uhr abends auf. So öffnen sich z. B. von Arten, die auch bei uns zu haben sind, zwischen:

1 und 2 Uhr früh	Argemone alba
	Convolvulus incanus,
2 und 3 Uhr früh	Zaunwinde,
	Ipomoea pandurata,
3 und 4 Uhr früh	porreeblättriger Bocksbart,
4 und 5 Uhr früh	Ackerwinde,
	Zichorie,
5 und 6 Uhr früh	Saudistel,
	Lattich (L. Scariola),
6 und 7 Uhr vorm.	Sonchus asper,
7 und 8 Uhr vorm.	Geranium carolinianum,

[1]) Annales du Jardin Bot. de Buitenzorg, Band 18, II. Partie (1902).

8 und 9 Uhr vorm.	Oxalis stricta,
9 und 10 Uhr vorm.	Portulak, Specularia perfoliata,
10 und 11 Uhr vorm.	Abutilon Avicennae,
11 und 12 Uhr vorm.	Hibiscus Trionum,
12 und 1 Uhr mittags	Hibiscus lasiocarpus, Mesembryanthemum,
1 und 2 Uhr nachm.	Hibiscus militaris,
2 und 3 Uhr nachm.	Mamillaria vivipara,
3 und 4 Uhr nachm.	Silene stellata,
4 und 5 Uhr nachm.	Mentzelia ornata,
5 und 6 Uhr nachm.	Stechapfel,
6 und 7 Uhr abends	zweijährige Nachtkerze,
8 und 9 Uhr abends	großblütige Nachtkerze,
9 und 10 Uhr abends	Ipomoea mexicana,
10 und 11 Uhr abends	Cereus grandiflorus.

Im Dienste des Menschen.

Veilchen im Herbst und Astern im Vorfrühling, reife Kirschen um Ostern und Erdbeeren zu Weihnachten: das ist unserer gärtnerischen Praxis ein Leichtes; ob's auch schön ist, kommt auf den Standpunkt an. Einen neuen Kniff, das frühzeitige Treiben zu beschleunigen, hat die experimentierende Pflanzenphysiologie unseren Gärtnern an die Hand gegeben: es ist das Narkotisieren der Pflanzen. Wenn man Zweige, Kartoffelknollen, Pflanzenzwiebeln den Dämpfen von Äther oder Chloroform aussetzt, so verhindert man durch diese Betäubung die Rückbildungsvorgänge in der Pflanze, durch welche die Stoffe in den für die Winterruhe geeigneten Zustand versetzt werden. Der vorübergehende Rausch hat zur Folge, daß die das Reservematerial auflösenden Vorgänge die Überhand gewinnen und ein rasches und plötzliches Wachstum herbeiführen. — Wird z. B. ein Fliederzweig mit Ausnahme eines einzigen Triebes ätherisiert, so entwikkeln sich an allen Spitzen schon nach dreiwöchigem Treiben die Blüten, während der eine nicht ätherisierte Trieb noch in Winterruhe verharrt. So vermag jetzt die Gärtnerei mit noch größerer Leichtigkeit als zuvor mitten im Winter zahlreiche Pflanzen zum Blühen zu bringen.

Ein hübsches Verfahren, in Treibhäusern eine natürliche Bestäubung besonders der Obstblüten herbeizuführen, hat kürzlich A. Kleemann angegeben. „Seit Jahren", schreibt er, „lasse ich Kirschen, Pfirsich u. dgl. in den Häusern durch Bienen befruchten, ohne daß die Stöcke leiden. Ich stelle etwa 14 Tage vor Beginn der ersten Blüte (Kirschen) ein gutes Bienenvolk im Hause derart auf, daß durch einen kurzen Kanal vom Flugloch aus eine Verbindung nach



A



B

Goldlack auf Kohl gepfropft, A in Blattbildung, B blühend.

außen besteht. Die Bienen fliegen dann ins Freie, indes nur an schönen Tagen. Durch die Treibhauswärme und durch Füttern mit Honig wird der Bruttrieb angeregt und dadurch Pollenbedarf nötig. Will ich nun Bäume befruchten lassen, so nehme ich in möglichst sonnigen Stunden, mittags, den Kanal fort und die Bienen fliegen ins Haus, wo sie schleunigst Pollen sammeln und die Bestäubung vornehmen. Da nun die wenigsten ihren Stock wiederfinden würden, so ist es nötig, daß man sämtliche Luftklappen öffnet und somit die Bienen von draußen in ihren Stock gelangen läßt." Soll die Befruchtung eine gute werden, so dürfen die Bienen die Blüten nur kurze Zeit befliegen; andernfalls fällt sie nicht so gut aus. Auch auf andere als Obstblüten, z. B. auf Primeln, Alpenveilchen, läßt sich das Verfahren anwenden.

Neuerdings hat man in der Gärtnerei auch die Kunst des Verjüngens eingeführt, und



Die Fetischbanane in den Seealpen. (Nach »La Nature«.)

zwar durch Pfropfen. Professor L. Daniel in Paris pfropfte auf Solanum Lycopersicum, die Tomate, am 1. Mai einen bereits absterbenden Sproß der gleichfalls zu der Solanumgattung gehörenden Skopelia. Das Ergebnis übertraf alle Erwartungen. Die bereits hinwelkende Pflanze erwachte zu neuem Leben, trieb Blätter, entwickelte sich weiter ganz normal, blühte und fruchtete sogar ein zweites Mal! Sie machte sich also die noch kräftigen und jungen Säfte der Tomate zu nutze und erstand mit ihrer Hilfe gewissermaßen von dem schon sicheren Tode. Es ist bewundernswert, daß eine ausgewachsene Pflanze, an deren innerem Aufbau sich nicht mehr viel ändern kann, noch eine so enorme Anpassungsfähigkeit äußert; doch läßt man ja oft von kränkelnden, absterbenden Pflanzen getrennte Sprosse sich als Stecklinge bewurzeln, worauf sie zu gesunden Pflanzen heranwachsen. Ein ähnliches Experiment, eine Pfropfung von Goldlack auf Kohl, hat man im botanischen Garten zu Berlin unternommen. Dieser Kohllack, den unsere Abbildungen uns in zwei Stadien, vom 5. November 1901 und 18. April 1903 zeigen, hat gegenwärtig schon sein drittes Lebensjahr vollendet.

Bewundernswert ist auch die Anpassungskraft eigentlich schon tropischer oder subtropischer Pflanzen an die weit strengeren Witterungsverhältnisse Süd- und Mitteleuropas. Ein Beispiel dafür bietet die in Zentralafrika heimische Fetischbanane, deren hier abgebildetes Exemplar aus den französischen Seealpen stammt, ein weiteres die aus Afrika stammenden maurischen Dattelpalmen, die in Spanien heimisch geworden sind. Über letztere verbreitet sich C. Sprenger in einer anziehenden Plauderei.[1])

So viele schöne Länder, so wunderbare Kulturen der Wanderer auch gesehen haben mag, immer wird ihn beim Eintritt in die Huerta von Valencia, diese einzigartige Gartenebene an der Ostküste Spaniens, Staunen und Entzücken ergreifen. Ewiger Frühling scheint hier zu herrschen: grüne Wiesen im Dezember, üppige Saaten, wundervolle, Pracht und Leben hauchende Orangen, die Zweige von den lachenden Goldfrüchten bis zur Erde gezogen, und das alles überragt von Dattelpalmengruppen, die mit ihrer hoheitvollen Schlankheit, den herrlichen, majestätischen Kronen voll langer, herabhängender goldener Fruchttrauben unvergleichlich schön erscheinen. Italien hat, so reich auch die Gärten Siziliens und Neapels sind, solche Palmen nicht aufzuweisen. Der Reisende weilte in dem prächtig gelegenen Jativa (spr. Chátiva), einer Stadt iberischen Ursprungs, deren Physiognomie jedoch die Mauren ihren Stempel aufgedrückt haben. An dem von zwei Araberburgen gekrönten Monte Bernisa gelegen, rühmt sie sich ihrer sprudelnden Brunnen und der überall ragenden, himmelanstrebenden Palmen.

„Das ist sehenswert. Die meisten dieser Dattelpalmen, deren Stämme gleich mächtigen, reichgekrönten Säulen in die Lüfte ragen, sind wunderbar gesund und üppig. Sie erscheinen größtenteils uralt, und ich nehme keinen Anstand zu behaupten, daß fast alle von Mauren gepflanzt wurden. Sie erscheinen überall in der zirka 40 Quadratmeilen großen Huerta und reifen ihre Früchte vollkommen, die, wenn auch nicht so süß wie afrikanische Datteln, doch schmackhaft werden. Man bestäubt nach arabischen Mustern, hat nur wenig männliche, meist weibliche Bäume und umhüllt die Fruchttrauben des Winters, damit sie keinen Schaden von dem dann und wann erscheinenden leichten Frost nehmen. Ich sehe eben jetzt viele solcher Fruchtbündel in dicke Kokosfaser- oder Jutesäcke sauber gehüllt. Bis 20 Trauben an derselben Palme. Die Datteln reifen im kommenden Sommer. Aber nicht alle Züchter schützen ihre Datteln in dieser Weise. Die Früchte reifen trotzdem, leichte Kälte schadet ihnen nur insofern, als sie nicht so schön und schmackhaft werden wie die eingebundenen. Die Dattelpalme blüht hier im Mai und die weiblichen Bäume blühen nur alle zwei Jahre. Die Früchte reifen ungleichmäßig.

„Überall in der Ebene von Valencia sieht man umwickelte Palmen. Man hüllt alle fünf bis sechs Jahre einzelne männliche Kronen ganz in Leinwand oder Schilf und packt die Spitzen der Kronen in Leinwand, um die Blätter zu bleichen, ähnlich wie es in Bordighera für Italien geschieht, nur

[1]) Gartenflora, 52. Jahrg., Heft 7.

viel sauberer und netter. Die gebleichten Blätter werden für Palmsonntag in ganz Spanien verkauft und nachher an die Balkone geheftet. Sie sollen nach alter Überlieferung die Blitzgefahr abwenden. Die mittlere Höhe der Phönix beträgt etwa 20 Meter, doch ragen einzelne Bäume bis 30 Meter hoch. Sie verlangen eine reiche Kultur, viel Wasser des Sommers, und werden mit Guano oft und stark gedüngt."



Blühendes Rosenfeld bei Ghazipur.

Wie jedoch die Dattel trotz aller Kultur die höchste Reife und Vollendung nur in ihrer Heimat erlangt, so erreicht ein anderer Fremdling unserer Zone, die Zentifolie, auch nur in der heißen Sommerglut Persiens und Indiens die größte Fülle ihres köstlichen Aromas und den höchsten Gehalt an Rosenöl. Von der Gewinnung des letzteren entwirft Frau Helene Niehus in Ghazipur eine anziehende Schilderung.[1])

Ghazipur ist in ganz Indien wegen seiner ausgedehnten Rosenfelder und seines Ghazipur Rosewater berühmt. In einem der heißesten Teile Indiens gelegen — im Jahre 1902 stieg die Hitze auf 76·5⁰ C. in der Sonne — liegen die Rosenfelder einen großen Teil des Jahres wie erstorben in der Glut, die dem Boden zum Ausruhen hier ebenso erforderlich ist wie bei uns der Winter. Kommt dann Ende Juni bis Oktober erquickender Regen und darauf die herrliche kalte Zeit, so wird der steinhart getrocknete lehmige Boden gelockert, damit Wasser eindringen kann, und die Rosen, durchweg kleine buschige Zentifolien, bilden frische Triebe.

[1]) Indische Rosen und ihre Verwertung. Globus, Bd. 84, Nr. 1 (1903).

Im Dezember werden sie durch Beschneiden bis auf Fußhöhe und künstliche Bewässerung für die Blütezeit vorgerüstet. Das Bewässern kostet zwar viel Geld, aber die Rosen lohnen es durch Bildung überraschend zahlreicher Blütentriebe. Von Mitte Februar bis Ende März prangen die Felder in einem Meer rosiger Blüten, die einen Duft ausströmen, wie ihn nur die heiße Sonne des Südens hervorzaubern kann. Täglich mit Sonnenaufgang beginnen die Arbeiter zu pflücken, was bis 9 Uhr morgens dauert. Jeder Morgen Feld liefert täglich 12.000—13.000 Blüten, die so schnell wie möglich zum Rosenwasserfabrikanten gebracht und für 80 Rupies (= 110 Mark) pro 100.000 Stück verkauft werden. Da das sechs Wochen lang so weiter geht, kommt der Rosenbauer auf seine Kosten, zumal er durch den Opiumbau pro Morgen noch etwa ebenso viel verdient. Hungersnöte gibt es hier nicht.

In großen verzinnten Kupferretorten werden die Rosen bei langsamem Feuer sieben Stunden gekocht, in jeder Retorte 10.000 Rosen mit 25 Liter Wasser. Dann folgt die zweite Destillation, und zwar mit 12.000 frischen, dann die dritte mit 15.000 frischen Rosen und so fort. Die fehlende Flüssigkeit wird nach jeder Destillation mit Wasser ersetzt, die anfangs hineingebrachten Rosen werden, wenn genügend ausgenutzt, ausgepreßt und fortgeworfen. So wird das Rosenwasser unter ständiger Vermehrung der hineinzugebenden Rosenmassen vier-, sechs-, acht-, ja in besonderen Fällen bis zu sechzehnmal destilliert. Herrlich ist der Wohlgeruch, den man am Herde stehend einatmet, noch schöner das fertige Wasser selbst.



Kupferne Retorten für die Rosenwassergewinnung.

Die Gewinnung des Öles aus diesem ist sehr einfach. So-

bald mit anbrechender Nacht der Betrieb eingestellt wird, wird das Rosenwasser sämtlicher Kolben in breite Schüsseln entleert, die zum Schutze gegen Staub zugebunden werden. Bei starker Abkühlung unter freiem Nachthimmel scheidet sich nun das Rosenöl von dem Wasser wie die Sahne von der Milch, wird am nächsten Morgen vorsichtig mit einer Feder abgeschöpft und in zierliche Fläschchen gefüllt. Die indischen Fürsten sind eifrige Konsumenten desselben und zahlen für die Tola (11 2/3 Gramm) 100 Rupies; um eine so geringe Menge Öl zu gewinnen, sind 100.000 Rosen nötig. Die Ware ist gewöhnlich, sowohl das Rosenwasser wie das Öl, im voraus verkauft und wird weithin exportiert. An Köstlichkeit des Duftes kann sich mit dem indischen Rosenöl vielleicht nur noch das Jlang-Jlang-Öl, d. h. das unverfälschte Produkt der edlen Kanangablüte von den Philippinen und Java, messen.

Vom Gorilla zum Infusor.

(Zoologie.)

Zur Biologie der Säugetiere. * Die Herkunft der Haustiere. * Arktisches Tierleben. * Aus der gefiederten Welt. * Im Schoße des Meeres. * Die Intelligenz der Kleinen. * Die Entstehung des Bienenstaates. * Schutzfärbung und Mimikry.

Zur Biologie der Säugetiere.

Der dunkle Erdteil, so abgegrast er gegenwärtig auch erscheint, hat doch von Zeit zu Zeit für die Zoologen wie für manche andere Leute noch eine kleine Überraschung bereit. War's im vergangenen Jahre das Okapi, ein ganz neues Säugetier, so ist es in diesem zwar ein altes, aber an neuer Stelle: der Gorilla in Ostafrika.

Dieser Herkules unter den Anthropomorphen, der schon das Altertum mit wirren Gerüchten von seiner Wildheit und Stärke erfüllte, läßt im allgemeinen wenig von sich hören. Wenn einmal ein Exemplar von ihm gefangen oder, wie im Jahre 1900 durch Paschen in Kamerun, erlegt wird, so geht das Gerücht davon durch alle Lande. Dafür, daß der Gorilla über die westafrikanischen Urwälder hinaus bis ins Innere Afrikas reiche, fehlte es bisher an sicheren Beweisen. Zwar hatte schon Livingstone den von ihm beschriebenen und abgebildeten, in Manyema vorkommenden Soko als Gorilla bezeichnet; doch vermuteten die Zoologen in ihm den Schimpansen. Dann hörte Dr. Kandt in dem Vulkangebiete nördlich vom Kivusee von einem riesigen Affen, der — eine uralte Erzählung bei den Schwarzen — den Weibern nachstelle, konnte aber nie einen solchen zu Gesicht bekommen.



Kopf des Fottes Set (Okapi).

Nun hat kürzlich Hauptmann v. Beringe im Gebiete der Kirungavulkane, im nordwestlichsten Deutsch-Ostafrika zwischen Kivu- und Albert-Edward-See, einen großen Affen erlegt, der zweifellos ein Gorilla ist. Er berichtet darüber im „Kolonialblatt" vom 15. Juni folgendes: „Am 16. und 17. Oktober 1902 unternahmen Oberarzt Dr. Engeland und ich mit nur wenigen Askaris und den notwendigen Lasten und Trägern eine Besteigung des noch unbekannten Vulkans Kirunga ya Sabyingo, die ich auf 3300 Meter Höhe schätze. Am zweiten Tage schlugen wir in einer Höhe von etwa 3100 Metern unser Zelt auf einer Stelle auf, die gerade Platz für unsere Zeltdecke bot, während die Zeltpflöcke schon am Abgrund befestigt werden mußten. Von unserem Lager aus erblickten wir eine Herde großer schwarzer Affen, welche versuchten, den höchsten Gipfel des Vulkans zu erklettern. Von diesen Affen gelang es uns, zwei Stück zur Strecke zu liefern, die mit großem Gepolter in eine nach Nordosten sich öffnende Kraterschlucht abstürzten. Nach fünfstündiger anstrengender Arbeit gelang es uns, ein Tier angeseilt heraufzuziehen. Es war ein männlicher menschenähnlicher großer Affe von etwa 1 1/2 Meter Größe und einem Gewicht von über 200 Pfund, die Brust unbehaart, die Hände und Füße von ungeheurer Größe. Es war mir leider nicht möglich, die Gattung des Affen zu bestimmen. Für einen Schimpansen hatte er eine wohl noch nicht bekannte Größe und das Vorhandensein von Gorillas ist bis jetzt bis zu den Seen hin noch nicht festgestellt worden!"

Vom Okapi (s. Jahrbuch I. S. 239) ist bisher noch kein lebendes Exemplar in unsere zoologischen Gärten gelangt; dagegen scheint es sicher, daß schon Junker auf seinen Reisen in Zentralafrika der Entdeckung dieses merkwürdigen Tieres nahe war, indem er ein für jene Gegenden ganz neues, weißgebändertes Fell erhielt, dessen Aussehen und Name, Makapi, wahrscheinlich macht, daß es das Jugendkleid des Okapi war. Sehr interessant ist



Urwildpferde (grau) mit ihren Ammen (weiße mongolische Ponys) in der mongolischen Steppe.

die Entdeckung des Professors A. Wiedemann, daß das Okapi schon im Olymp der alten Ägypter vor 4000 Jahren eine hervorragende Stellung einnahm.[1])

Die alten Ägypter hegten bekanntlich die Vorstellung, daß die Gottheit, um auf Erden inmitten ihrer Verehrer weilen zu können, sich meist in einem Tiere verkörpere. Sie stellten die Götter häufig selbst in der Form ihrer Tiere oder wenigstens mit dem betreffenden Tierkopf auf menschlichem Körper dar, so den Sonnengott mit einem Sperberkopf, den Gott Sebak mit einem Krokodilkopf, die Göttin Bast als katzenköpfig. Unter diesen Gottheit-Tierköpfen befand sich einer, der die Gelehrten viel beschäftigt hat, da er sich schwer bei einem lebenden Tiere nachweisen ließ: der Kopf des Gottes Set, der in der ägyptischen Legende als Bruder des Osiris gilt.

Auf Grund von Abbildungen aus altägyptischer Zeit, die Set in ganzer Tiergestalt darstellen, schlug man die verschiedensten Geschöpfe als Urbild des Settieres vor: den Wüstenfuchs Fennek, verschiedene Mäusearten, das Kamel, die Giraffe, bis die Entdeckung des Okapi allen Zweifeln ein Ende machte. Alle wesentlichen Züge der Kopfbildung dieses Geschöpfes stimmen mit dem des Settieres überein und auch hinsichtlich der übrigen Körperteile herrscht im wesentlichen Übereinstimmung.

Bereits früh muß das Okapi aus dem Gesichtskreise der alten Ägypter entschwunden sein, daher die ewige starr schematische Wiederholung des Setkopftypus durch die Jahrtausende hindurch und das Fehlen des Tieres auf den ägyptischen Jagddarstellungen. Nur auf den Jagdbildern der Gräber von Benihassan, wo die Künstler alle Geschöpfe zusammenstellten, die der Tradition nach in der Wüste lebten, tritt es auf, und in die Wüste wird sich das Okapi aus dem Niltale zunächst geflüchtet haben und dadurch die Verkörperung des Wüstengottes Set geworden sein.

Von neuentdeckten Säugetieren wären zwar manche zu nennen; allein da von den meisten wenig mehr als der Name und Aufenthaltsort nebst dürftiger Körperbeschreibung vorliegt, so seien hier nur der sibirische Elch, der sich von den skandinavischen und nordamerikanischen Rassen durch vollständiges Fehlen der Schaufel an dem nur 4 bis 5 Seitensprosse tragenden Geweih unterscheidet, und die Anden-Schläferratte erwähnt, ein dem nordamerikanischen Waldhamster (Neotoma) ähnlicher Nager, dessen weicher und zarter Pelz vielleicht einmal unsere Kürschner und Damen interessieren wird. Einmal in Amerika, tun wir gleich einen Blick auf den gewaltigsten Säuger daselbst.

Eine Zusammenstellung des Bestandes der noch lebenden Bisons giebt M. Frewen. Danach existierten im April 1903 an reinrassigen Tieren vollkommen wild in den Vereinigten Staaten nur noch acht Stück im Lost Park, Park County in Kolorado, und 22 Stück in dem bekannteren Yellowstone-Park, Wyoming, dagegen in Kanada noch 600 in der Umgebung des Großen Sklavensees. Es wäre sehr wünschenswert, wenn von diesem Umstande, daß noch drei örtlich getrennte Herden vorhanden sind, Gebrauch zur Verhinderung der Inzucht und ihrer das völlige Aussterben herbeiführenden schädlichen Folgen gemacht würde. Die zoologischen Gärten Europas bergen außerdem noch 114 reinrassige Exemplare und in Amerika werden 930 Tiere reiner Rasse (886 Vereinigte Staaten, 44 Kanada) in Gefangenschaft gehalten. Die Anzahl der durch Vermischung mit anderen Rinderarten erzielten Bastarde ist ebenfalls nicht groß: 227 in den Vereinigten Staaten, 34 in Kanada und 14 in Europa.

Über das von General Przewalski im Jahre 1879 in der Dsungarei entdeckte, nach ihm benannte Wildpferd, das „Urwildpferd" Dr. Hecks, liegen interessante Nachrichten Salenskys und

[1]) Die Umschau, Bd. VI, Nr 51.

Th. Noacks vor, die uns mit diesem in den neueren zoologischen Werken kaum erst erwähnten Tiere näher bekannt machen.[1])

Das von den Mongolen Taka genannte asiatische Wildpferd ist nach Feststellung der von C. Hagenbeck zu seinem Fange ausgesandten Expedition in den südlichen Ausläufern des Altai, dem Ektag-Gebirge und der im Süden desselben liegenden dsungarischen Wüste noch keineswegs im Aussterben begriffen, sondern kommt in Herden bis zu 1000 Stück vor. Es lebt sowohl in der ebenen Wüste wie im Gebirge, wo es bis zu recht bedeutender Höhe hinaufsteigen soll. Anfang Mai werfen die Stuten ihre Jungen, und diesen Zeitpunkt benützen die Mongolen für den Fang der Wildpferde. Sie beschleichen die Herde und verfolgen die fliehende so lange, bis die noch schwachen Fohlen stürzen, wenn sie nicht schon vorher mit dem Lasso gefangen werden konnten. Die gefangenen Fohlen werden dadurch, daß man sie milchenden Mongolenstuten zuführt, am Leben erhalten. Mit Hilfe Hunderter von Mongolen wurden so von der Expedition Hagenbeck 51 lebende Wildpferde, darunter drei ziemlich erwachsene, gefangen. Auf der Reise über den Altai bis zur Station Ob der sibirischen Bahn ging dann leider infolge der ungünstigen Witterung eine große Anzahl der Pferde an Nierenentzündung zu Grunde; doch konnten noch 28, darunter 15 Hengste und 13 Stuten, glücklich nach Hamburg gebracht werden.

Das Wildpferd geht des Nachts auf die Weide und zur Tränke und zieht sich tagsüber zurück, um zu ruhen. Während sich die Wildesel bei Gefahr in Rudeln zusammendrängen und in Unordnung flüchten, gehen die Wildpferde in einer Linie hintereinander, so daß man in den von ihnen bewohnten Gebieten tief ausgetretene Pfade antrifft. Jede Herde wird von einem alten Hengst geführt, der öfters, zumal wenn sich Fohlen in der Herde befinden, die Spitze verläßt und wie in Sorge um die Seinen unruhig zur Seite läuft. Das wilde Pferd wiehert ähnlich wie das Hauspferd. Was seine Zähmung betrifft, so ist sie zwar außerordentlich schwierig, gelingt aber in einzelnen Fällen.

Equus Przewalskii ist von der Größe eines kleinen, ponyartigen Pferdes mit sehr niedrigem Widerrist und mäßig langen Beinen. Die Stirn ist mäßig gewölbt, die Lippen kurz und wulstig, der ganze Kopf nicht schön. Das mittelgroße, tiefschwarze Auge zeigt einen munteren und klugen Ausdruck. Das Füllen des Wildpferdes soll nicht entfernt so lange Beine haben wie das des Hauspferdes. Die Schulterhöhe beträgt bei einem ziemlich erwachsenen Hengst 1·27 Meter. Im Sommer ist die Behaarung kurz, im Winter lang und wollig. Die kurze Mähne wird aufrecht getragen; der einem echten Pferdeschwanze sehr ähnliche Schwanz trägt an der Wurzel kurze, harte Haare.

Je nach ihrem Standorte ist die Färbung der Wildpferde sehr verschieden. Alle Tiere aus der flachen Steppe sind hell, falb, graugelb, alle aus den niedrigen Bergen hell gelbrötlich, alle aus dem Hochgebirge dunkel, lebhaft gelblich rotbraun. Alle haben einen etwa daumenbreiten dunklen Rückenstreifen und sind in den unteren Teilen heller gefärbt, aber auch hier wieder nach dem Standorte verschieden.

Da man vielfach der Ansicht war, das Pferd sei in wildem Zustande längst ausgestorben, so wollte man unser Wildpferd lange Zeit nicht als ein solches anerkennen, dachte einfach an eine verwilderte Pferderasse oder an einen Bastard zwischen Hauspferd und Wildesel. Allerdings sind bei ihm Merkmale des Hauspferdes mit solchen, die an die Halbesel erinnern, vermischt; dennoch aber ist es ein echtes Wildpferd, eine besondere eigenartige Pferdeart oder Rasse, die große Ähnlichkeit mit dem Tarpan zeigt, einem bis in die Siebzigerjahre des vorigen Jahrhunderts in Südrußland lebenden und seitdem ausgerotteten Wildpferde. Noack findet, daß der Schädel des Equus Przewalskii mit dem eines etwas älteren deutschen Pferdes, einer mittelgroßen Ponyrasse, fast durchaus übereinstimmt, und hält es entweder für einen verwilderten Pony, was ihm selbst aber wenig wahrscheinlich vorkommt, oder für einen sehr nahen Verwandten des Urahns jener Ponyrasse, eines ihm absolut gleichen, in Europa ausgestorbenen Wildpferdes, dessen Existenz Professor Nehring bereits nachgewiesen hat.

Zu den mit Ausrottung bedrohten Seesäugetieren sind außer den im 1. Jahrgange genannten die Seeotter und die Bärenrobbe zu rechnen. Die oder der Seeotter, eine eigene Gattung der Landraubtiergruppe der Ottern, steht ohne nähere Verwandte da und ist auf den Nordpazifik beschränkt, wo sie sich zum Teil von Fischen, größtenteils aber von Seeigeln und Muscheltieren ernährt, deren Schalen sie dadurch zertrümmert, daß sie mittels der Vorderpfoten zwei Tiere gegeneinander schlägt. Schwimmend spielt das eigentümliche Tier halbe Stunden lang mit Stücken von Seetang und ähnlichen Dingen, auch mit seinen Jungen, die von der schlafenden Mutter zwischen den Vorderpfoten gehalten werden. Erst gegen Ende des 17. Jahrhunderts, als die Russen Kamschatka erreichten, wurde das Fell der Seeotter bekannt. Hier und auf den Nachbarinseln nahezu ausgerottet, wurde es auch in den neuen Jagdgründen jenseits der Beringstraße so unvernünftig verfolgt, daß heute die Jahresausbeute nur 400 Felle gegen 10.000 bis 15.000 vor 100 Jahren beträgt, das Tier also in naher Zukunft ausgerottet sein wird. — Viel wichtiger für den Pelzhandel ist deshalb die Bärenrobbe oder der Seebär (Otaria ursina), ein Verwandter des kalifornischen, ebenfalls mit Vernichtung bedrohten Seelöwen. Die Brutplätze dieser Robbe sollen auf vereinsamten Inseln des südlichen Pazifik und des südlichen Eismeeres liegen, von wo die Tiere längs der australischen Küste in das japanische Meer und nach den Commander- und Prybiloffinseln wandern. Im XVIII. Jahrhundert wüteten Russen, die für die Felle wie für die der Seeotter einen Markt in China fanden, englische und amerikanische Jäger derart gegen die Tiere, daß die südlichen wie nördlichen

[1]) W. Salensky, Equus Przewalskii; Th. Noack, Equus Prz., zusammengefaßt in Naturw. Rundschau, 18. Jahrg 1903. Nr. 1.

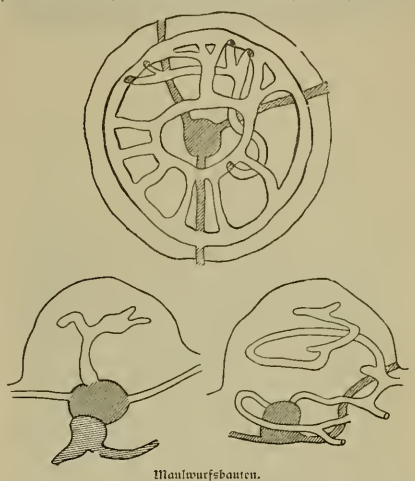
Jagdgründe verödeten und die russisch-amerikanische Kompagnie 1842 befahl, es sollten nur noch Männchen im Alter von zwei bis vier Jahren getötet werden. Nun stieg ihre Zahl so, daß sie in den Siebzigerjahren allein auf den Prybiloffinseln auf 4,700.000 Stück geschätzt wurden, wovon nach Übereinkunft jährlich nur 100.000 junge Männchen getötet wurden. Mit Beginn der Achtzigerjahre begann man die Tiere auch zur See mit Schiffen zu jagen und seitdem hat auch trotz schützender Maßnahmen die Bärenrobbe so abgenommen, daß ihr Aussterben zu befürchten steht.

Sehr zu Ehren gekommen ist neuerdings der bisher von der Zoologie etwas stiefmütterlich behandelte Maulwurf, über den selbst in wissenschaftlichen Werken mancherlei Legenden umgehen. Der Engländer Adams hat eingehende Untersuchungen über seine Bauten angestellt, die durchaus nicht immer nach dem gewöhnlich dargestellten Schema angelegt sind. Von etwa 300 durch ihn untersuchten Bauen, deren unsere Abbildung drei darstellt, gleichen sich nicht zwei völlig und keiner stimmte mit der Lehrbuchfigur überein. Bei der Anlage des Baues wird zuerst die 2 bis 6 Zoll unter der Erdoberfläche belegene Nesthöhle ausgegraben. Die aus der Höhle stammende Erde wird mittels eines oder mehrerer Tunnels nach oben geschoben; der Verlauf dieser Tunnels wechselt, ebenso ihre Zahl. Von der Nesthöhle gehen dann, ebenfalls regellos, Gänge für die Nahrungsuche sowie zur Flucht dienende Laufgänge seitlich ab; letztere münden in einen der Nahrungsgänge. Die Bedeutung der gelegentlich gefundenen, fast senkrecht nach unten führenden Schächte ist noch unermittelt; daß der Maulwurf sie als Wasserbehälter anlege, glaubt Adams nicht. Ebenso hat er die Ansammlungen von Regenwürmern, die das Tier als Wintervorrat aufspeichern soll, indem es die Würmer durch einen Biß lähmt und so am Entkommen hindert, aber nicht tötet, nie gefunden. Nach Dahl vermag der Maulwurf auch im Winter so viele Würmer zu fangen daß er nicht im stande ist, sie zu verzehren. Er hebt, wie viele andere Tiere in ähnlichen Fällen, das übrige auf, nicht, um für ungünstigere Zeiten zu sorgen, sondern einfach einem für Erhaltung der Art vorteilhaften Triebe folgend.

Zu schwimmen versteht der Maulwurf recht gut, etwa so schnell wie die Wasserratte; dagegen ist die noch in der neuesten Auflage von Brehms Tierleben enthaltene Angabe, daß er „unter dem Bette selbst großer Flüsse sich durchwühlt", barer Unsinn; wozu hätte er das nötig und wer könnte das feststellen? Ebenso ein Märchen ist die Behauptung, daß die Geschwindigkeit des Maulwurfs in seiner Laufröhre der Schnelligkeit eines trabenden Pferdes gleichkomme. Daß der Maulwurf sein Nest mit seinen eigenen Bauchhaaren auspolstere und daß er es immer an einem geschützten Ort, am Fuße einer Mauer, eines Baumes oder unter einer Hecke anlege, fand Adams nicht bestätigt. Stets war das Nest dagegen mit trockenem Gras oder Laub ausgekleidet und vielfach in der Nähe von Wasser gelegen; einmal hat man es im sumpfigen Terrain sogar 1·75 Meter hoch in einer Kopfweide gefunden.

Die Herkunft unserer Haustiere.

Ein höchst anziehender, in das Gebiet der Ur- und Kulturgeschichte tief eingreifender Zweig der Zoologie ist die Haustierkunde. Ehedem, als man noch die Arier mit Sack und Pack, mit allen Kultur- und Geistesgütern aus Asien nach Europa eingewandert sein ließ, war die „Wiege der Menschheit" natürlich auch die Wiege unserer Haustiere.



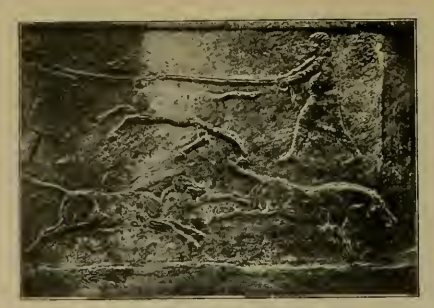
Maulwurfsbauten.

Nachdem diese Wiege nun seit Jahrzehnten dahin gestellt ist, wohin sie von Wissenschaft wegen gehört, in die antiquarische Rumpel- und Raritätenkammer, ist auch ein vorurteilsfreierer Blick für die Herkunft der unentbehrlichen tierischen Gefährten und Diener des Menschen gewonnen. Ein umfassendes Werk über die dadurch hervorgerufenen Forschungsergebnisse hat Professor Dr. C. Keller kürzlich veröffentlicht. [1])

Keller betrachtet das Haustierverhältnis nicht wie Cuvier und andere nach ihm als eine Form der Sklaverei, sondern als eine Symbiose, eine Form des Zusammenlebens gegenseitig auf einander angewiesener Wesen, wie es in der Tierwelt und selbst bei Pflanzen und Tieren sehr häufig auftritt. Als Vorbedingungen für ein solches Verhältnis brachte das Tier einen mittleren Grad von Intelligenz, große Suggestionsfähigkeit und eine beträchtliche Biegsamkeit der Körperform mit.

Wann die ersten Haustiere gewonnen wurden, wird sich genauer schwer feststellen lassen. Im Niltale dürften, nach den ersten sehr primitiven Darstellungen der Negadahperiode und nach Knochenresten aus vorpharaonischen Küchenabfällen zu schließen, die frühesten Zähmungsversuche etwa um 8000 bis 10.000 Jahre von der Gegenwart entfernt liegen. Den ältesten Haustiererwerb der vor-

[1]) Die Abstammung der ältesten Haustiere. Zürich 1902.



Assyrische Darstellung der Jagd auf Wildpferde.

geschichtlichen Menschen bidete sicher der Hund. Er läßt sich in Ägypten historisch bis etwa 4000 vor Chr. verfolgen und erscheint schon frühzeitig in verschiedenen Rassen.

Dieses frühe Auftreten und die Verschiedenheit schon der ersten Hunde macht die Ableitung der Hunderassen besonders schwierig. Sicherlich ist ihr Ursprung mehrfachen Stammes. Die in der alten Welt weitverbreitete Gruppe der Spitzhunde läßt sich zunächst auf den zahmen Torfhund der Pfahlbautenbewohner zurückführen und dieser wieder besitzt, wie die Schädeluntersuchungen beweisen, seinen Stammvater in dem Schakal (Canis aureus), der wahrscheinlich zuerst im westlichen Asien gezähmt wurde. Hinsichtlich der Schäferhunde, einer ganz ausgeprägten und körperlich wie geistig ausgezeichneten Rasse, läßt sich zur Zeit noch kein sicherer Stammbaum feststellen. Dagegen sind die afrikanischen Pariahunde zweifellos aus dem Schakalwolf (Canis anthus) hervorgegangen. Auch für die Windhunde weist Keller überzeugend einen afrikanischen Ursprung in dem noch jetzt in Abessinien und Kordofan lebenden, in Rudeln jagenden Wildhund Canis simensis nach. Für die Doggen, die erst spät in Europa, dagegen schon früh in China und Assyrien auftraten, ist der schwarze Tibetwolf als Stammquelle anzusehen.

Im Mittelpunkt der Pferdezucht stand von allen alten Kulturkreisen Mesopotamien. Kein Haustier wird in der altassyrischen Kunst so häufig dargestellt wie das Pferd, als Reittier, vor dem Kriegswagen in der Schlacht, bei der hohen Jagd mitgeführt und sogar im Moment des Einfangens (s. Abbildung). Offenbar ist also Mittelasien, wo noch jetzt die einzige bekannte Form des Wildpferdes, der im vorigen Abschnitt geschilderte Equus Przewalskii, lebt, eine Stammquelle der Hauspferde. Wohl kaum aber die einzige. Schon zur Steinzeit wurden, wie die Abbildungen der Höhlenjäger beweisen, auch in Europa Pferde gejagt und gezähmt (s. Jahrbuch I, S. 271) und in Preußen kamen Wildpferde noch im XVI. Jahrhundert vor. Der Esel stammt wohl zweifellos aus Afrika.

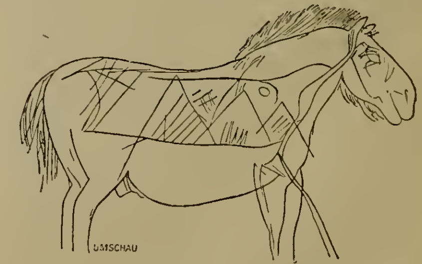
Das zahme Schwein ist in seinen beiden Formenreihen, dem europäischen und indischen, auf verschiedene Stammquellen zurückzuführen. Das europäische Hausschwein stammt von dem wahrscheinlich während der jüngeren Steinzeit gezähmten Wildschweine; aber schon zur Pfahlbauerzeit tauchte im südlichen Europa das asiatische Hausschwein auf, dessen Rassen, älter und viel weiter verbreitet als unser wildschweinähnliches Landschwein, letzteres gegenwärtig aus seinen bisherigen Wohnsitzen verdrängen.

Neben dem Hund sind wohl die Rinder als die ältesten Haustiere anzusehen, da sie in Ägypten schon vor der Pharaonenzeit eine große Rolle spielten. Altägypten besaß verschiedene Rassen, darunter eine großgehörnte und eine hornlose (s. Abbildung). Als Stammvater der afrikanischen und asiatischen Zeburinder betrachtet Keller den südasiatischen Banteng (Bos sondaicus). In Nordafrika verwandelten die Zebu sich in kleine, kurzhörnige, buckellose Rinder, die auf europäischen Boden vordrangen, teilweise vielleicht über Westasien, und hier als Torfrinder den Ausgangspunkt der Kurzhorn- (Brachyceros-) Rassen bildeten. Daneben wurde in Europa selbst der Ur oder Auerochs der Ausgangspunkt für die großen Rassen; seine Zähmung fand wahrscheinlich während vorhomerischer Zeit in Südost-Europa durch die ältesten griechischen Volkselemente statt.

Sehr verworren ist die Herkunft der Schafrassen. Wenn wir, das zahme Schaf mit den Wildrassen vergleichend, die völlige Veränderung des Charakters gewahren, so müssen wir für diese geistige Umgestaltung sehr lange Zeiträume, also eine Zähmung schon in prähistorischer Zeit annehmen. Es gibt eine afrikanische, eine asiatische und eine europäische Abstammung der Schafe. Letztere ist auf den Mufflon zurückzuführen, der wahrscheinlich zuerst im griechischen Archipel gezähmt wurde; seine Abkömmlinge, in den Haidschnucken erhalten, sind durch die fremden Rassen nach Nordeuropa zurückgedrängt. Rein asiatischer Herkunft werden die Ziegen und Kamele sein, während das Stammland der ältesten Hauskatzen das Niltal ist. Erst zu Beginn unserer Zeitrechnung scheinen sie nach Europa übergesiedelt zu sein.

Alle ältesten Haustiere stammen von Wildarten ab, die gesellig lebten, also schon in Freiheit der Suggestion zugänglich waren. Hierauf bauend hat der Geist des Menschen das Wesen der domestizierten Arten ungemein beeinflußt, mit sehr verschiedenem Resultat: einige Arten haben geistig ungemein viel gewonnen, andere dagegen verloren.

Am merkwürdigsten verhielt sich die Hauskatze. Von Haus aus intelligent, erhielt sie sich ihre



Wildpferd aus der Höhle von Combarelles.

Selbständigkeit mehr als irgend ein anderes Haustier. Der Umstand, daß sie in ihrer ursprünglichen Heimat, in Ägypten, sehr lange als Kultgegenstand behandelt wurde, dürfte ihr selbständiges und aristokratisches Wesen gesteigert haben.

Durchaus entgegengesetzt, mit völliger Unterwerfung des Willens, antwortete auf die Bemühungen des Menschen der Hund, der übrigens im Verkehr mit uns außerordentlich an Intelligenz gewonnen hat.

Geistig verloren, wenigstens in den romanischen Ländern, wo er wie alle Haustiere ungemein schlecht behandelt wird, hat der Esel, dessen Charakter im Orient, wo man ihm mehr Sorgfalt zuwendet, weit angenehmer ist. Noch mehr verwahrloste das Schaf, dessen Mut einer grenzenlosen Feigheit, dessen Klugheit in wildem Zustande einer unglaublichen Willenslosigkeit und Dummheit wich. Es könnte in seiner Unbeholfenheit gar nicht mehr verwildern und würde die Freiheit mit dem Leben bezahlen müssen. Das Schwein ist nicht ohne Intelligenz und, wie Beispiele lehren, erziehungsfähig, aber vom Menschen immer vernachlässigt worden; eine arge Undankbarkeit für die schönen Würste und Schinken.

Arktisches Tierleben.

Interessante Angaben über die hocharktische Tierwelt, besonders über den Polarwolf, veröffentlichte Johannes Madsen in Kopenhagen, teils nach eigener Anschauung, teils nach Mitteilungen und Berichten Sverdrups und anderer Nordpolfahrer.[1]) Im Jahre 1899 war der schwedische Polarforscher Professor Nathorst mit der „Antarctic" in Nordost-Grönland und stellte fest, daß dort nur wenige Renntiere, aber viele Moschusochsen vorhanden waren; er fand auch, daß der Polarwolf jetzt in diese Gegend, vom 75. bis 70. Grade nördlicher Breite, eingewandert sei. Letzterer allein kann sehr gut schuld daran sein, nicht nur daß die Renntiere in Ostgrönland sehr selten geworden sind, sondern auch daß die Moschusochsen so wenig Kälber haben. Alles in allem sah Nathorst etwa 240 Moschusochsen und darunter nur 9 Kälber; selbst eine Herde von 19 Stück hatte nur ein Kalb.

Westlich von der Nordwestküste Grönlands liegen die von Sverdrup erforschten Gebiete des arktischen Nordamerika, zunächst das große Ellesmere-Land, eine Insel ungefähr von der Größe Norwegens. Felsen und Eis wechseln mit Wüste und Schnee, aber wo die tiefen Täler sind, grünt die Polarweide und wimmelt es von Tieren, Renntieren, Moschusochsen, Eisfüchsen und Polarwölfen, sogar Hermelinen und Eisbären. Besonders ein Fjord an der Südküste zeichnete sich durch ein sehr reiches Tierleben aus, und hier, im „Gänsefjord", wurden auch Sverdrups beide Polarwölfe, Adam und Eva, gefangen.

Die Ellesmere-Moschusochsen sind nach Kapitän Sverdrup größer als die von Nordost-Grönland, aber ihnen sonst ganz ähnlich, auch mit weißen oder hellen Flecken oben auf dem Rücken, welche die Ochsenfelle, die von der Hudson Bay-Company angekauft werden, vermissen lassen. Sverdrup sah sehr viele Moschusochsen, gelegentlich 22 Stück in einer Herde, und er hat auch sehr viele Kälber beobachten können, einmal eine Moschusherde mit 18 Tieren und dazwischen etwa 12 Kälbern. Er hält es wohl für möglich, daß der Wolf einmal ein Kalb nehme, aber häufig könne es nicht vorkommen; erstens weil die Kühe alsdann, obwohl sie nur alle zwei Jahre kalben sollen, nicht so viele Kälber haben könnten, als sie tatsächlich führen, und zweitens, weil die Moschusochsen hier einen Verteidigungskreis bilden, der die Kälber in die Mitte nimmt.

Dagegen bildeten in Ostgrönland alle Moschusochsen, die Madsen sah, die bekannte Schlachtreihe; alle erwachsenen Tiere stellen sich in einer Linie auf, ein Bulle auf jedem Flügel und einer in der Front, die Kälber dahinter. Warum sind die Moschusochsen in Ostgrönland nicht ebenso



Hornloses Rind aus Altägypten.

schlau wie die in Ellesmere-Land? Sverdrup meint, weil sie noch nicht so gewohnt seien, mit den Wölfen zu kämpfen, da der Wolf dort ja erst in den letzten 6 bis 10 Jahren eingewandert sei.

Sehr interessant und bemerkenswert sind auch die Beobachtungen Sverdrups, daß die Ellesmere-Moschusochsen die Renntiere gegen die Wölfe schützen und verteidigen. Nathorst hatte angesichts der geringen Zahl der von ihm gesehenen Renntiere die Frage gestellt, ob die beiden Tierarten sich vielleicht gegenseitig nicht vertrügen. Sverdrup hatte nun Gelegenheit zu sehen, daß sie sich sehr gut vertragen, und meint, daß, wenn die Renntiere von Wölfen gejagt würden, sie sofort die Nähe von Moschusochsen aufsuchten; denn gegen eine Ochsenherde könnten die Wölfe nichts ausrichten. Da die Wölfe herdenweise auftreten — Sverdrup sah bis zu zwölf zusammen — so können sie wohl einzelne Tiere, die allein wandern, überfallen; aber auch dann scheinen sie erst nach sehr heftigem Kampfe zu siegen.

Es ist möglich, daß diese ununterbrochenen Kämpfe mit den Wölfen die Moschusochsen so reizbar und auch gegen die Menschen böse machen. Während man die Berichte früherer Polarreisenden über die Gefährlichkeit der Moschusbullen für über-

[1]) Der Zoologische Garten, 44. Jahrgang, Juli 1903.

trieben ansah und auch Madsen bestätigt, daß sie nur selten die Dreistigkeit hatten, auf den Menschen direkt loszugehen, sagt Sverdrup wieder, daß die Ellesmere-Ochsen, und besonders die einzeln gehenden Bullen, sehr böse waren.



„Adam" und „Eva" an Bord der „Fram." Zwei Polarwölfe. (Nach »La Nature«)

Im Gegensatz zu der dänischen „Antarctic"-Expedition 1899, die 28 Moschusochsen erlegte, hat Sverdrup an Bord seines „Fram" streng das Prinzip durchgeführt, nie ein Tier zu töten, wenn es nicht notwendig war. Er hat selbst manchmal einen großen Umweg gemacht, um nicht in die Lage zu kommen, zu seiner Selbstverteidigung einen Moschusochsen zu töten. Eine Ausnahme machte er, aus guten Gründen, jedoch mit den Polarwölfen, von denen seine Expedition 15 Stück erlegte und außerdem zwei lebendig fing. Man erhielt sie, indem man aus einer großen Holzkiste eine Falle machte, sie inwendig mit Zink beschlug, die Tür mit einem Mechanismus versah und drinnen ein großes Stück Speck als Köder aufhängte. Auch versuchte man Wölfe zu angeln, doch das gelang nicht, da sie, wenn die Glocke ertönte, den Speck mit Geschicklichkeit und Eleganz vom Haken genommen hatten, ohne sich fangen zu lassen. An Bord des „Fram" fraßen die Wölfe alles, nur keinen Speck mehr und ungern Brot; gewöhnlich wurden sie mit getrocknetem Fisch und frischem Fleisch gefüttert. Die Gelegenheit, Moschuskälber zu fangen, verschob Sverdrup, bis es leider zu spät war. Die beiden Gefangenen, die jetzt in Stockholm in einem großem Zwinger untergebracht sind, könnten ebenso treffend Eishyänen als Polarwölfe genannt werden; namentlich wenn sie sich bewegen, haben sie mit Hyänen eine nicht geringe Ähnlichkeit.

Adam, das Männchen, ist ein wenig größer als Eva und mißt in Schulterhöhe etwa 62 Zentimeter. Ihre Eßlust ist gewaltig, dem Wärter gegenüber zeigen sie sich ziemlich zahm.

Von den 13 jungen Moschusochsen, welche die dänisch-grönländische Expedition 1900 mitbrachte, befindet sich einer zu Kopenhagen, wo man seinem Wohlbefinden besondere Sorgfalt zuwandte. Als geselliges Tier erhielt er eine Gemse und eine alte Ziege zu Genossen. Letztere erwarb sich bald seine dauernde Zuneigung. Da aber die Gemse der Ziege ebenfalls den Hof machte und zu der gegenseitigen Eifersucht auch noch Futterneid kam, so standen sich Moschusochs und Gemse bald als geschworene Feinde gegenüber, was für das Gedeihen des Moschusochsen von günstigstem Einfluß wurde. Denn um seinen schnellfüßigen Nebenbuhler zu verfolgen und zu bekämpfen, hat er laufen müssen und sich dabei täglich die notwendige Bewegung gemacht. Die Gemse greift in der Regel auf Räuberart von hinten an. Auf diese Weise gelang es ihr im Herbst 1901, ihrem Feinde eine blutige Wunde an einem Hinterbein beizubringen. Zur Strafe dafür wurden der Gemse die Hornspitzen mit Hüllen versehen, die neuerdings überflüssig geworden sind; denn in der Brunftzeit im Frühjahr 1903 griff sie ihren Nebenbuhler so dreist und kräftig an, daß sie ihre beiden Hornspitzen abstieß, ohne dadurch jedoch weniger kriegerisch zu werden als früher.

Die Nahrung des Moschusochsen, in der Freiheit aus Gräsern und anderen Pflanzen bestehend, deren Blätter sich den langen Polarwinter hindurch unter dem Schnee frisch und grün erhalten, wird in Kopenhagen aus gemahlenem Hafer und Weizenkleie, ein wenig zerschnittenem Weißbrot und Heu, im Sommer Gras zusammengesetzt. Die Rinde von Weiden- und Ulmenästen, die er geschickt abzuschälen weiß, scheint mit ihrer Gerbsäure für seine Verdauung ebenso notwendig zu sein wie für die der Elche oder Elentiere.



See-Elefant.

Außer diesem Stiere leben augenblicklich noch vier Moschusochsen in Europa, drei in Schweden und einer in Berlin; letzterer, ebenfalls ein Stier, wurde von norwegischen Jägern gefangen und verlor dabei leider ein Horn, das sich bis auf die

Spitze regeneriert hat. Außerdem besitzt August 1903 ein norwegischer Fangschiffer in Tromsö noch fünf gut gedeihende diesjährige Kälber. (Zool. Gart. 1903, Nr. 10.)

Diesen Landbewohnern der hochnordischen Zone, zu denen sich noch das wilde Renntier, der Eisbär und der Polarfuchs gesellen, hat die Tierwelt um den Südpol nichts an die Seite zu stellen; denn den harmlosen Wolf der Falklandinseln können wir den eigentlichen Antarktikern noch nicht zurechnen. Abgesehen von ihm aber setzt sich die ganze antarktische Säugetierfauna nur aus Seetieren zusammen, Seelöwen, Robben, Seebären, Seeleoparden und See-Elefanten, zu denen sich als ausschließliche Wasserbewohner mehrere Walarten stellen. Mit der gewaltigsten dieser Robbenähnlichen, dem See-Elefanten, knüpfte die schwedische Südpolexpedition im Juli 1902 auf Südgeorgien Bekanntschaft an.

Sieht man von den Anhöhen der Insel meerwärts, so erblickt man tief unten am Strande die dichten, grünen Tussockgrashügel, zwischen denen sich ein fleckiger Seeleopard geräuschlos seinen Weg bahnt. Hie und da sieht man eine große, dunkelbraune Masse, einen schlafenden See-Elefanten, der unbekümmert um die Gegenwart von Menschen seine Siesta genießt. Am Sandstrand spielen junge See-Elefanten in dem glitzernden Sonnenlicht, tauchen und schwimmen. Zuweilen erheben sie sich meterhoch aus den Wogen, um in der vollen frischen Seebrise zu atmen.

Die Kolosse der Alten, die eine Länge von 7 bis 8 Metern erreichen können, erinnern wirklich sowohl in der Farbe wie bezüglich der Form des Kopfes an Elefanten. Sie lagen in den Gängen des Tussockrasens, und zuweilen konnte man zwischen den Rasenhügeln auf einen gewaltigen Elefanten stoßen, der, sich plötzlich in seiner ganzen Größe von mehreren Metern erhebend, einen Rachen zeigte, groß genug, um einen mit Haut und Haar zu verschlingen. Mit einem eigentümlich gurgelnden Laut bliesen sie dabei die rüsselförmige Nase auf. Ziemlich ungelenk auf dem Lande, verstehen sie es doch, sich mit recht großer Geschwindigkeit vorwärts zu bewegen, und es ist nicht ratsam, ihnen in den Weg zu kommen, wenn sie gereizt sind. Alte Männchen hat man beim Streit um den Besitz der Weibchen manchmal jüngere mit den Zähnen packen sehen, um sie aufzuheben und rückwärts in die Luft zu schleudern.

Auch diese See-Elefanten gehören einem Geschlecht aus vergangener Zeit an und sind jetzt im Aussterben begriffen. Außer auf Südgeorgien leben sie nur noch in geringer Menge auf den Kerguelen und einigen anderen kleinen, der antarktischen Zone benachbarten Inseln und wären wahrscheinlich auch hier schon ausgerottet, wenn nicht ihre Paarungsplätze so unzugänglich wären. Ein altes, gut genährtes Männchen liefert gegen 1000 Liter Tran: Grund genug, sie abzuschlachten.

Aus der gefiederten Welt.

Sie sind und bleiben doch unsere Lieblinge, die leichtbeschwingten, sorgenfreien, mit Schwatzen und Gesang selbst unsere Grämlichkeit und Betrübnis verscheuchenden gefiederten Gesellen. Wir hoffen deshalb auch auf die Verzeihung unserer Leser, wenn wir im folgenden einige neue, wenn auch nicht gerade streng zusammenhängende Mitteilungen über sie bringen.

Niedliche Beobachtungen über das Seelenleben der Hausschwalbe teilt Marc Thury mit.[1]) Verfasser, bei dem sich mehrere Jahre hindurch Schwalbenpaare im Zimmer eingenistet hatten, hatte so Gelegenheit, die Tierchen in ihren intimen Gewohnheiten genau zu beobachten. Von Interesse ist besonders der Abschnitt, der das Gefühls- und Denkvermögen der Schwalbe schildert. Thury hält es für unzweifelhaft, daß die Schwalben zuweilen nachts träumen — was übrigens jeder Besitzer eines Kanarienvogels bei diesem auch bemerkt haben wird; er war im stande, aus den Variationen der Stimme allerhand Mitteilungen und Gemütsstimmungen zu entnehmen. Während das im Zimmer nistende Schwalbenpaar sonst nie die Anwesenheit fremder Schwalben daselbst duldete, versammelte es einmal ein Dutzend Gefährten, um ein durch Ungeziefer verunreinigtes fertiges Nest bis auf den letzten Rest zu zerstören. In der Frühe weckten die Tierchen ihren Herrn durch geräuschvolles Umkreisen seines Bettes und Kopfes, gelegentlich auch durch leichtes Berühren des Gesichtes mit einem Flügel, wenn er vergessen hatte, abends das Fenster des Zimmers, das ihm zugleich als Schlafraum diente, zu öffnen. Wenn zwei Personen im Zimmer schliefen, weckten sie nur die, welche ihnen gewöhnlich das Fenster öffnete. Es bedurfte einer gewissen Zeit, bis sie lernten, die Fensterscheibe, an der sie sich anfangs ständig den Kopf stießen, von dem geöffneten Fenster zu unterscheiden; danach aber kam nie wieder ein Irrtum vor.

Die von den Störchen berichtete Tatsache, daß sie einen reiseuntüchtigen Genossen vor der Abreise nach dem Süden töten, konnte auch bei den Schwalben beobachtet werden: ein schwächliches Junges, das offenbar keine Gewähr bot, bis zum Wegzuge kräftig genug zu werden, wurde aus dem Nest geworfen und allen Bemühungen zum Trotz nicht wieder zugelassen. Die Monogamie scheint bei den Schwalben strenges Gesetz zu sein. Als das Männchen während der Brutzeit mit einem zweiten Weibchen ins Zimmer kam und schöntat, verließ die Eheherrin die Eier, verjagte die Rivalin und hielt dem Männchen eine lange erregte Gardinenpredigt, auf welche dieses keinen Laut erwiderte.

Die Unfähigkeit des Mauerseglers (Cypselus apus L.), der in seiner Lebensweise und vielen körperlichen Eigentümlichkeiten den Schwalben gleicht, sich vom Erdboden in die Luft zu erheben, ist von H. Raspail auf ihre Ursache hin untersucht worden. Wenn er, der Vogel der Lüfte par excellence, der freiwillig überhaupt niemals zum Erdboden herabkommt, auch nicht gehen kann, durch Zufall auf den Boden versetzt wird, ist er verloren, wenn ihn nicht eine mitleidige Seele auf

[1]) Archives de psychol., Band II, Heft 1. Neurologisches Zentralblatt 1903, Nr. 13.

die Hand setzt und durch Fallenlassen von derselben den Lüften zurückgibt. Wegen der Kürze und Schwachheit der Beine ist es dem Mauersegler vollständig unmöglich, zu springen und sich auf diese Weise in die Luft zu schwingen, während fast alle anderen Vögel sich mit einem Satze vom Boden erheben, um eine genügende Luftschicht unter die Flügel zu bekommen. Von erhöhtem Standpunkt dagegen läßt er sich wie alle anderen unter Ausbreiten der Flügel einfach fallen.

Zur Lebensgeschichte des Kolkraben liefert Dr. Eugen Botezat in Czernowitz einige interessante Beobachtungen.[1]) Er beobachtete auf einer Feldjagd im Jahre 1895 am Flusse zwischen zahlreichen Krähen auch einzelne Kolkraben, von denen besonders einer durch sein Betragen auffiel. Er stürzte sich nämlich aus einer gewissen Höhe gegen das Wasser, flog unmittelbar über demselben etwa 100 Meter dahin, und zwar stromabwärts, erhob sich wieder bis zu einer Höhe von ungefähr 100 Metern, stürzte sich hierauf abermals hinab und wiederholte dieses Manöver mehreremal. Dabei senkte er, wie deutlich ersichtlich, einen in seinen Klauen befindlichen Gegenstand ins Wasser. Aufs Korn genommen, entkam er zwar, ließ aber jenen Gegenstand auf die Heide fallen, wo er sich als ein nasses, aber noch warmes, also eben getötetes Wiesel erwies. Nun wurde des Raben eigentümliches Benehmen klar. Er tauchte das Wiesel ins Wasser, um es zu töten, da er auf dem Lande mit dem so überaus bissigen und flinken Tiere nicht so leicht fertig werden konnte, und es gelang ihm wirklich, es zu ertränken.

Dieser Beweis von Klugheit entspricht durchaus dem, was sonst von dem Kolkraben berichtet wird, z. B. daß er Schaltiere, um zu ihrem Innern zu gelangen, aus der Höhe auf Steine, Felsen oder Eis fallen lasse und daß er, wie von den Faröer berichtet wird, dasselbe Manöver auch mit Ratten ausführt, um sie zu töten.

Hinsichtlich des Nistens führt Dr. Botezat eine Beobachtung an, die mit dem einsiedlerischen Charakter des Raben in Widerspruch steht. Er nistete am Serethflusse in einem Wäldchen, das nicht nur die Herberge und Niststätte einer ganzen Vogelwelt bildete und von nahegelegener Ansiedlung aus oft besucht wurde, sondern kehrte auch alljährlich wieder zu dem alten Horst zurück, obwohl dieser mehrmals zerstört und das Gelege ganz oder teilweise weggenommen wurde. Die Krähen, ebenso die Falken des Wäldchens, wurden von ihm und er von ihnen nicht behelligt; dagegen hat der Beobachter die Raben mit den Milans manchen Strauß in den Lüften ausfechten sehen; aber trotzdem nisten diese Vögel weiter nebeneinander.

Bekanntlich gehörte das Wiesel zu den Seelentieren der alten Germanen; ob nicht Beobachtungen wie die obige dazu beigetragen haben, den Raben und nicht den stärkeren und stattlicheren Adler zum Wodansvogel zu erheben?

Im Sprechen wetteifern mit den Rabenvögeln die Papageien, übertreffen sie aber noch hinsichtlich der musikalischen Begabung. Letztere hat Walter Gothan zum Gegenstand seines Studiums gemacht.[1]) Er beobachtete die musikalische Begabung eines afrikanischen Graupapageis (Psittacus erithacus), der niemals eine bestimmte geschweige denn mehrere Melodien auswendig gelernt hat. Der Gesang dieses Papageis baute sich im Prinzip nach denselben Gesetzmäßigkeiten auf wie der menschliche, d. h. er war nicht ein nach unseren Begriffen gesetzloser, disharmonischer Wirrwarr von Tönen, sondern stellte in seiner Gesamtwirkung das dar, was wir Melodien nennen, wenn auch nur in Bruchstücken. Man ist im stande, die musikalischen Äußerungen des Papageis mit Noten zu fixieren, was Gothan an 25 Beispielen nachweist. Es zeigt sich aus diesen Beispielen:

1. daß der Vogel diejenige harmonische Tonfolge, die wir Tonleiter nennen, als harmonisch empfindet;

2. daß er auch diejenige Tonzusammenstellung, die wir Akkord nennen, als wohltönend empfindet und sogar bevorzugt — auch chromatische Tonfolgen läßt er öfters hören;

3. daß er den Dreiviertel- und Viervierteltakt, die fundamentalen Taktunterschiede unserer Musik, deutlich unterscheidet.

Der Papagei hat seine musikalische Begabung in der Gefangenschaft durch Hören von Gesang, Klavierspielen u. s. w. im Hause seines Herrn ausgebildet; aber der Umstand, daß er sich nicht eine spezielle Melodie angeeignet hat, sondern lediglich seiner eigenen Phantasie entspringende, in der Abwechslung unbegrenzte harmonische Tonzusammenstellungen zu Gehör bringt, zwingt zu der Annahme, daß die von ihm an den Tag gelegte musikalische Begabung in seiner Natur begründet liegt, nicht in der Gefangenschaft erst erlernt, sondern nur ausgebildet worden ist.

Durch den Aufbau seiner „Melodien" legt der Vogel an den Tag, daß er aus allem Gehörten die musikalischen Gesetzmäßigkeiten in sich aufgenommen und verarbeitet hat, woraus sich der Schluß ziehen läßt, daß die musikalischen Begriffe des Graupapageis mit den menschlichen identisch sind, sich von ihnen nur dem Grade, nicht dem Wesen nach unterscheiden. Die geistige Begabung — als eine Seite derselben ist die musikalische aufzufassen — der Papageien steht also beträchtlich höher als die der meisten anderen Vögel, welche nur über eine bestimmte Melodie, einen bestimmten Rhythmus, eine bestimmte Klangfarbe verfügen. Der Überschuß von Lebensenergie, der den Papageien innewohnt, bricht sich auch in ihrem Gesange, als dem Ausdruck freudiger, angenehmer Gefühle, Bahn.

Ist der Papagei nicht selten ein Ausbund von Intelligenz, so wird dem Strauße gewöhnlich das Gegenteil von Klugheit nachgesagt. Beobachtungen über die Lebensweise des afrikanischen Straußes, die Jules Forest der Ältere aus Paris veröffentlicht, bestätigen diese Charakteristik im wesentlichen. Imposant sind die Kraftäußerungen des gereizten Tieres. Oft, namentlich zur Brunft-

[1]) Zoologische Jahrbücher, 18. Band, 6. Heft, 1903.

[1]) Naturwissenschaftliche Wochenschrift, Band II (1903), Nr. 40.

zeit, kämpfen zwei Männchen miteinander, indem sie als Waffen die Beine gebrauchen, die sie mit gewaltiger Kraft nach vorn schlagen. Dabei können sie mit dem Nagel der längsten Zehe gefährliche Wunden erzeugen. Der Strauß stößt mit dem Fuß bis zur Höhe des menschlichen Gesichtes, kann einen Erwachsenen durch einen Fußtritt augenblicklich zu Boden werfen und hat schon vielfach, wild geworden, Menschen getötet. Einmal durchstieß ein Strauß im Zorne mit dem Fuße eine Platte aus Eisenblech, hinter die sich ein Mensch geflüchtet hatte. Während der Brunftzeit scheint das Männchen absolut nichts zu fürchten, ausgenommen vielleicht Hunde. Selbst gegen die Lokomotive eines in Fahrt befindlichen Zuges hat man den wütenden Strauß vorgehen sehen.

Nicht nur ziemlich gut zu springen und genügend zu schwimmen vermag der Strauß, er tanzt auch zuweilen. Man sieht dann in den Straußenzüchtereien die Tiere, alte und junge, morgens in vollem Lauf eine Strecke von mehreren hundert Metern dahinjagen, plötzlich anhalten und sich mit erhobenen Flügeln schnell um sich selbst drehen, bis sie ganz erschöpft sind; mitunter brechen sie dabei sogar ein Bein. Nur der männliche Strauß soll eine Stimme haben. Man kann sie nachahmen, wenn man bei fest geschlossenem Munde das Wort „bonn" zu sprechen versucht, und zwar mit kurzen Unterbrechungen jedesmal dreimal hintereinander. Doch sagt unser Gewährsmann auch, daß man die Jungen im Ei vor dem Ausschlüpfen schreien hört: auch vernimmt man, wie sie mit dem Schnabel gegen die Eischale schlagen. Daß aber der männliche Strauß den Jungen beim Ausschlüpfen hilft, indem er die Schale zerbricht, ist eine Fabel. Die Jungen kriechen ohne Hilfe aus, werden aber von den Alten mit größtem Mute gegen alle Feinde verteidigt.

Im Schoße des Meeres.

Der heilige Antonius von Padua soll bekanntlich einmal den Fischen gepredigt haben. Ob sie ihn gehört haben? Die Frage wäre bis vor kurzem verneint worden; denn im allgemeinen war man geneigt, die Fische für taub und ihre als Ohren benannten Sinne in Wirklichkeit für Organe zur Erhaltung des Gleichgewichts im Wasser anzusehen. Neuerliche Untersuchungen haben jedoch festgestellt, daß man von einem wirklichen Gehör der Fische sprechen kann. Zwei amerikanische Zoologen, Professor Parker und Professor A. Wynne, haben mittels überzeugender Versuche, welche namentlich mechanische Erschütterungen des Fischleibes auszuschalten bemüht waren, nachgewiesen, daß der Fisch auf Toneinwirkungen durch beschleunigte Bewegungen der Kiemendeckel und Brustflossen, starke Bewegung der Schwanzflosse, Vorwärtsschießen im Wasser, Wenden und leichtes Wiegen des Körpers, ja durch förmlich rhythmische Taktbewegungen antwortet. (Umschau VII, Nr. 40.) Dasselbe scheinen die Versuche J. Zenneks an freilebenden Tieren in großen Wasserbecken zu ergeben.

Dagegen ist der Schweizer Zoologe Professor Lang der Ansicht, daß es sich bei den Wassertieren um ein Hören in unserem Sinne nicht wohl handeln könne. Sollten etwa gewisse Fische sich für Schallwellen sehr empfindlich zeigen, so sei es immer noch wahrscheinlicher, daß sie dieselben vermittels des mit dem Tastsinn verwandten Erschütterungssinnes wahrnehmen und nicht etwa hören. Andere Forscher sind derselben Ansicht. Bateson und Kreidl haben über das vermeintliche Hören der Fische Untersuchungen mit vollständig negativem Ergebnis angestellt. Letzterer konnte nachweisen, daß die Bewohner des Fischteiches vom Benediktinerstift Kremsmünster in Oberösterreich nicht auf Glockensignale reagierten, sondern nur bei Wahrnehmung der Fütternden kamen.

Da die Schallwellen, wie sie in der Natur vorkommen, aus der Luft nur schwer in das Wasser eindringen und im Wasser eine sehr starke Dämpfung erleiden, so ist es auch aus diesem Grunde unwahrscheinlich, daß die Wassertiere den Schall hören. Es liegt vielmehr die Annahme nahe, daß sie die Erzitterung ihres Elements fühlen, wobei vielleicht der Otolithensack, das die Hörsteinchen einschließende Organ der Wassertiere, als Erschütterungsorgan wesentlich beteiligt ist. — Wie mir scheint, würden diese Differenzen zwischen den verschiedenen Forschern zu beseitigen sein, wenn man sich erst einmal darüber einigte, was als Hören und was als Fühlen bezeichnet werden soll. Hören wir unter Wasser? Kann man überhaupt im Wasser hören? Ist nicht wirkliches Hören nur im Medium der Luft möglich?

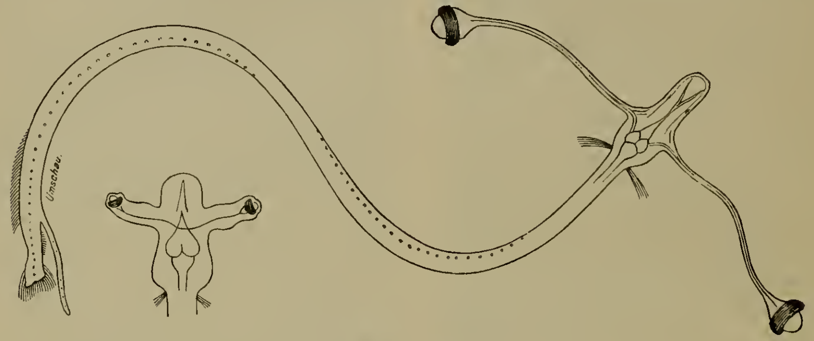
Zweifellos wichtigere Organe als das Ohr sind für Wasserwesen das Auge, der Geruch und das Hautgefühl oder Erschütterungsgefühl. Das Auge scheint den Bewohnern der Tiefsee, in welche das Sonnenlicht niemals eindringt, allerdings wenig nützen zu können, und es wäre sicherlich bei echten und dauernden Tiefseetieren längst verkümmert, wenn diese Wesen nicht die Fähigkeit entwickelt hätten, für ihre eigene Beleuchtung zu sorgen, und zwar durch in verschiedenster Weise und an den verschiedensten Körperteilen ausgebildete Organe, welche in ähnlicher Weise wie die Laternen der Glühwürmchen ihr Licht erzeugen. Das gibt zwar nur eine spärliche Beleuchtung; aber dafür sind die Augen, soweit vorhanden, desto besser entwickelt. Unsere Abbildung zeigt uns die mächtige Ausbildung dieser als Teleskopaugen bezeichneten Organe auf langen Stielen. Daß diese Augen mittels besonders großer Pupillenöffnungen und großer, die Öffnung ganz ausfüllender Linsen möglichst viel von der schwachen Beleuchtung aufzufangen bestrebt sind, wird uns nicht wundernehmen. Wo jede Beleuchtung ausgeschlossen ist, verkümmert schließlich auch das Organ des Sehens, und so entstehen die blinden Fische, deren wir hier einen, von Professor Eigenmann in den Höhlen Kubas gefangen, erblicken.

Gewisse Gegenden dieser Insel sind wie die europäischen Karstländer von Höhlen und unterirdischen Flüssen durchzogen, z. B. die Gegend um Cañas in der Provinz Pinar del Rio. Sie ist vollständig von unterirdischen Wasserläufen dräniert,

indem die in den Hügeln und Bergen entspringenden Flüsse nach einer Strecke oberirdischen Laufes im Boden verschwinden. Manchmal treten sie wieder zu Tage; ein Abfluß dieser Untergrundströme versorgt die Stadt Havanna mit Wasser, ein anderer verwandelt durch seinen Segen die Umgegend von Guines in einen Garten. In die Ströme selbst und die kleinen von ihnen gebildeten Höhlen kann man nicht gelangen; die blinden Fische werden in größeren Grotten gefangen, in die sie aus den Gewässern der Tiefe gelangen. Professor Eigenmann erklärt, es sei sehr wohl denkbar, daß diese blinden Fische aus den Tiefen des Ozeans wie durch ein ungeheures Rohr in die wohlbeleuchtete Höhle, in der er sie erbeutete, gelangt seien. Bei der Geburt sollen die Fische noch vollkommen entwickelte Augen besitzen, dann aber verkümmern sie in den völlig dunklen Wasserläufen mehr und mehr und bedecken sich mit einer immer dicker werdenden Gewebeschicht.[1])

diese Vermutung bestätigen können. Besagter Herr befährt seit Jahren die den Marschall-Inseln benachbarte Gilbert-Gruppe und hat dabei zweimal eine eigentümliche Erscheinung gesehen. Eine „große Masse" schien im Meere dahin zu treiben. Etwa alle 20 bis 30 Meter zeigte sich etwas Dunkles über den Wellen, so daß das Ganze an ein langgestrecktes, eventuell schlangenartiges Tier erinnerte. Der Kapitän steuerte auf die Mitte des unbekannten Wesens zu und bemerkte, daß er eine Schar von etwa zwei Dutzend Gardefischen vor sich hatte, die über einen größeren Raum verteilt, aber doch zusammenhaltend daherzogen. Ohne in gerade Linie hintereinander zu schwimmen, boten sie doch aus der Entfernung den Anschein einer solchen, wie uns auch ein am Horizont aufragendes Gebirge nicht plastisch, sondern als eine Fläche erscheint.

Die sogenannten Gardefische der Seeleute sind die berühmten Schwertfische (Xiphiidae) der



Tiefseefisch mit gestielten Teleskopaugen.

Ein Beispiel der mit Leuchtorganen ausgestatteten Meeresbewohner bildet der nach der französischen Zeitschrift „La Nature" hier abgebildete leuchtende Tintenfisch, der gleich seinen Gattungsgenossen, den Kopffüßlern oder Cephalopoden, zu den Weichtieren, nicht zu den Fischen gehört. Für vergangene Jahrtausende bildeten diese seltsamen Wesen den Gegenstand des Schreckens und abenteuerlicher Vorstellungen, und es scheint mir, als ob nicht nur die grause Skylla, sondern auch das furchtbare Seegespenst Grendel im „Beowulf" auf einen riesigen Cephalopoden zurückzuführen ist.

Unter den vielen Fabelwesen, mit denen alle Zonen und Zeitalter die mythologische Zoologie bereichert haben, spielte die Seeschlange von jeher eine große Rolle. Selbst ernsthafte Gelehrte haben sich dieses Ungeheuers liebevoll angenommen und eine Lanze für seine Existenz gebrochen. Dr. med. Schnee hatte schon vor mehreren Jahren die Vermutung geäußert, „auch hintereinander schwimmende Züge von Delphinen, Heringen und anderen Fischen dürften oft den wahren Kern einer angeblich beobachteten Seeschlange darstellen." Er veröffentlicht nun (Zoologischer Garten, 44. Jahrgang, Nr. 8) Mitteilungen eines Kapitäns, welche

[1]) Die Umschau VII (1903), Nr. 19.

Wissenschaft, Hochseetiere, die nur selten gefangen werden und in den Museen spärlich vertreten sind. Ihre Rückenflosse besteht manchmal nur aus wenigen langen Strahlen, während die übrigen sehr kurz sind, ein andermal sind alle stark verlängert, so daß die Flosse aufgerichtet über die Wasserfläche hervorragt. Zu letzterer Kategorie gehörten unsere Seeschlangen-Tiere. Denn der Kapitän sah, daß sie bei seiner Annäherung ihre „Segelflosse" zusammenklappten, die sie beim Schwimmen beständig zu heben und zu senken pflegen, wodurch der Anschein erweckt wird, daß sie bald hoch kommen, bald tiefer sinken. Nachdem die Wanderer unter dem ihren Zug in der Mitte schneidenden Schiffe durchgeschwommen waren, richteten sie etwa 40 Meter jenseits ihre „Segel", deren Höhe der Kapitän auf 2 bis 3 Meter schätzt, wieder auf und trieben so vor dem Winde weiter.

Die Waffe dieser Fische, das sogenannte Schwert, wird durch Verlängerung und Verwachsung der Ober- und Zwischenkieferknochen gebildet, ist aber nicht messerartig platt, sondern rundlich wie ein starker, vorn zugespitzter Knüttel. Da Schwerter von über 1 Meter Länge bei 3 Zoll Durchmesser an der Basis bekannt geworden sind, so erreichen die Schwertfische offenbar eine viel bedeutendere Größe, als man nach den Museumsexem-

plaren, deren größte eine Länge von 4 bis $4^1/_2$ Meter besitzen, bisher gewöhnlich annimmt.

Über das Organ, welches den Fischen die senkrechte Bewegung im Wasser, das Aufsteigen und Tauchen erleichtert, über die Schwimmblase, und namentlich über ihre Entstehung sind von Dr. med. O. Thiele auf Grund eingehender Untersuchungen interessante Mitteilungen gemacht worden.[1]) Durch Zusammendrücken und Ausdehnen der lufterfüllten Schwimmblase vermehren oder verringern die damit ausgestatteten Fische bekanntlich ihr spezifisches Gewicht und fallen oder steigen demgemäß. Schleie mit entleerter Schwimmblase vermochten sich nicht mehr vom Grunde des Wassers zu erheben. Bot sich ihnen aber Gelegenheit, in flachem Wasser Luft zu schlucken, so wurden nach 24 Stunden beide Schwimmblasen wieder prall mit Luft erfüllt gefunden.

Ebenso gelangt in die Schwimmblase aller jungen Fische die Luft dadurch, daß die Tierchen sich zur Oberfläche des Wassers erheben, dort Luft holen und sie verschlucken. Die verschluckte Luft befördern sie in eine blindsackartige Ausstülpung des Schlundrohres, die sich plötzlich ausdehnt und zur Schwimmblase ausbildet. Bei durchsichtigen Fischchen, z. B. Lachsarten, sieht man die Luft in Blasen eindringen. Der bei jungen Fischen weit offene Luftgang schrumpft später meist zu engen Strängen ein, schließt sich jedoch wahrscheinlich nie völlig; ja er muß vorhanden sein, da bei Verlust der Luft oder wachsender Schwimmblase ein Ersatz derselben aus der Blutbahn des Tieres, wie Thilo nachweist, nicht möglich ist. Schon die bei vielen Fischen, z. B. Karpfen, sehr hohe Spannung der Gase in der Schwimmblase erlaubt wohl ein Übertreten der Luft aus dieser ins Blut, aber nicht das Umgekehrte.

Eine Sperrvorrichtung am sogenannten Luftgange, welcher die Schwimmblase mit dem Rachen verbindet, verhindert das Ausströmen der angesammelten Luft. Derartige Sperrvorrichtungen ebenso wie die sogenannten Totlagen, dem Mechaniker sehr geläufigen Einrichtungen, werden nach Dr. Thiele[1]) in der Natur dazu benutzt, um Muskelkraft zu sparen. Der Stichling z. B. kann seine Stacheln blitzartig schnell gegen seine Feinde erheben, er kann sie ebenso schnell feststellen und sogar im Tode noch unbeweglich aufrecht erhalten, u. zw. mittels einer Gelenkvorrichtung, die vollkommen zwangläufig ist und daher im Bau den technischen Gelenken entspricht. Nur durch Druck auf eine ganz bestimmte Stelle gelingt es, den Stachel niederzulegen. Ihre Kiemenhaut spannen die Fische mit demselben Mechanismus, den wir zum Spannen der Regenschirme benutzen. Von richtigen Maschinenbewegungen unterscheiden sich freilich die tierischen Bewegungen durch ihre Abhängigkeit von der Willkür des Tieres: für eine Maschine wäre es z. B. nicht möglich, ein Gelenk bald blitzartig hin- und herbewegen, bald aber plötzlich unbeweglich festzustellen, wie es der Stichling tut, indem er den Muskelzug ändert und so bedeutende Reibungswiderstände im Stachelgelenke erzeugt.

Die Intelligenz der Kleinen.

Anstatt hier den vorläufig noch weiter tobenden Kampf der Instinktler und Intelligenzler in der Insektenwelt des weiteren zu verfolgen (s. Jahrbuch I, S. 201), wollen wir die Geistesäußerungen dieser Tierpygmäen in einigen neuen anziehenden Beispielen betrachten.



Blinder Höhlenfisch von Kuba.

Pilze züchtende Ameisen, welche man zuerst in Südamerika entdeckte, existieren gutem Vernehmen nach nicht nur jenseits des Ozeans, sondern auch bei uns. Schon seit längerer Zeit wußte man, daß sich in den Nestern der glänzend schwarzen Holzameise (Lasius fuliginosus Latr.) stets ein bestimmter Pilz befindet (Septosporium myrmecophilum), den die Ameise wahrscheinlich tatsächlich züchtet. Das Nest des Tierchens, meist in alten, morschen Baumstämmen angelegt, enthält eine große Menge unregelmäßig gestalteter Gänge und Kammern; ihre Wände bestehen aus fein zerkrümelten Pflanzenteilchen, vermischt mit Sand und Erdkrümchen und durch eine Ausscheidung der Ameise zusammengehalten. In diesen Wänden nun wuchert der fragliche Pilz, indem er sie mit seinem Gewebe (Myzelium) kreuz und quer durchzieht. Von dem Pilzgewebe gehen lange, braune, haarähnliche Hyphen aus, eine Art Flaum bildend, mit dem besonders die „Kinderstuben" der Ameisen ausgekleidet sind.

Da in dem Lasiusnest ausschließlich dieser eine Pilz vorkommt, so scheinen unsere Ameisen, wie die südamerikanischen Blattschneiderinnen, es zu verstehen, das Aufkommen von „Unkraut", d. h.

[1]) Biologisches Zentralblatt, Band 23 (1903), Nr. 14 und 15.

[1]) Die Bedeutung der technischen Wissenschaften für den Naturforscher. Physikal. Zeitschr. 4. Jahrg Nr. 26 b.



Leuchtender Tintenfisch. (Nach »La Nature«.)

von Schimmel und anderen Pilzen, zu verhindern. Ob der Lasiuspilz auch noch außerhalb der Nester vorkommt, ist nicht mit Sicherheit festgestellt. Doch scheint er große Verwandtschaft mit einem in Italien und Krain auf faulendem Holze gefundenen Pilze (Cladotrichum microsporum Sacc.) zu besitzen; in diesem Falle müßten also die Ameisen den Pilz auf ihrer Wanderschaft nach Norden mitgebracht haben. Der Vorteil, den die Ameise aus der Pilzzucht zieht, liegt vielleicht weniger darin, daß der Pilz zur Nahrung dient, als vielmehr darin, daß sein Gewebe den Kammerwänden größere Festigkeit verleiht. Das Myzelium hat, indem es nach allen Seiten die aus zerkauten Pflanzenteilen und Sandkörnchen bestehende Wand durchwächst, vermutlich etwa dieselbe Bedeutung wie das Schilfrohr im Bewurf der alten Hauswände oder wie das Langstroh im Lehm der Scheunenwände.[1])

Eine andere Ameisenerntegeschichte wird dagegen von Dr. Escherich endgültig ins Reich der Fabel verwiesen. Es handelt sich um Lincecum's berühmte Ernteameise (Pogonomyrmex barbatus), welche nach diesem Forscher innerhalb ihres Nestbezirkes kein grünes Blatt dulden sollte, ausgenommen eine einzige Grasart, den sogenannten „Ameisenreis", den sie geradezu aussäen und kultivieren soll, während sie alle anderen Pflanzen ringsum abbeißt und entfernt. Diese sogar in wissenschaftliche Werke übergegangene Geschichte gehört ins Reich der Fabel. Es finden sich nämlich nach Wheeler viele Ernteameise-Kolonien ohne solche Kultur, ja weit entfernt von jeder Vegetation. Ferner würden auch die wenigen Aristidapflanzen keineswegs hinreichen, einer einigermaßen volkreichen Kolonie die nötige Nahrung zu bieten; und endlich verschonen die Ernteameisen bei ihrem Straßenbau keineswegs die Aristidastengel, sondern vernichten sie ebenso wie jede andere im Wege stehende Pflanze. Die „Ameisenreis"-Kulturen, die man zuweilen trifft, sind ein Zufallsprodukt, dadurch entstanden, daß die Ameisen diejenigen Körner, welche bereits zu keimen beginnen, aus den Vorratskammern entfernen und vor das Nest tragen. Das Abgrasen des Bodens hat nur den Zweck, eine möglichst große Trockenheit um das Nest zu erzielen und dadurch das Keimen der eingetragenen Vorräte hintanzuhalten.

Merkwürdige Beobachtungen über die Lebensgewohnheiten einer Stenamma-Art teilt Miß Adele Field mit. Sie beobachtete mehrfach, daß die Arbeiterinnen gar nicht selten das Geschäft des Eierlegens übernehmen, besonders in weisellosen Kolonien. Die aus solchen Eiern entschlüpften Nachkommen standen hinter den normalen an Größe wesentlich zurück und bedurften als Larven zu ihrer Entwicklung bedeutend länger, nämlich etwa 200 Tage, während die normalen 20 bis 97 Tage dazu beanspruchen. Es scheint also, da auch Wheeler und Dr. Reichenbach (s. Jahrbuch I, S. 217) ähnliches beobachteten, das Eierlegen der Arbeiterinnen bei den Ameisen doch allgemeiner verbreitet zu sein, als man bisher annahm.

Über die Rolle, welche die Antennen, die Fühlerglieder, in dem geselligen Leben der Ameisen spielen, macht Miß Field folgende Angaben. Mit dem äußersten, zwölften Gliede nehmen die Ameisen den Geruch ihres Nestes wahr, mit dem elften den Geruch der Tiere ihrer Kolonie, der Blutsverwandten, und mit dem zehnten den Geruch der Fußspuren. Solange das achte und neunte Glied noch vorhanden, können die Arbeiter die Brutpflege noch ausüben. Entfernt man diese beiden Fühlerglieder, so entfernt man damit auch die Liebe und Sorge für die Nachkommenschaft. Das harmonische Zusammenleben des Ameisenstaates ist also „wahrscheinlich das Resultat der Reflexe, welche von den fünf Endgliedern der Fühler ausgehen".

Sehr anziehende, zum Teil neue Mitteilungen über das Leben der Hummeln macht Forstmeister H. H. Rothe in Görlitz.[1]) Indem wir auf die wertvolle Arbeit im ganzen hinweisen, seien nur einige Tatsachen, hinsichtlich derer noch keine Einigkeit in der Wissenschaft herrscht, hervorgehoben. In einer weiter unten genannten Arbeit von v. Buttel-Reepen wird ausdrücklich gesagt, daß bei den Hummeln zuerst unter den Bienenarten die Ausscheidung von Wachs aus den Hinterleibsringen stattfinde. Dasselbe behauptet W. Haacke (Tierleben der Erde, Bd. I, S. 318), der die Hummeln mit Fersenhenkeln zum Abnehmen des Wachses vom Hinterleib ausgerüstet sein läßt und

[1]) Dr. H. Escherich, Über die Biologie der Ameisen. Zoolog. Zentralblatt, Bd. 10 (1903), Nr. 7 u. 8.

[1]) Naturwiss. Wochenschrift, Bd. II (1903), Nr. 39.

angibt, daß die Raupen der Wachsmotten die Zellen der Hummeln fressen. Rothe bestreitet die Wachsproduktion entschieden.

Die Hummelmutter bildet in einem passenden Erdloch aus zernagtem Gras und Moos zunächst ein Nest von Wallnußgröße, in dem sie nachts sitzt. Am Tage holt sie Honig und Blumenstaub und knetet daraus Futter für die Larven. Das Nest erweitert sich bald zur Größe eines Hühnereies. Die Mutter belegt nun einen kleinen Ballen Futter mit fünf bis sechs Eiern. Die ganze Brutstätte wird mit einer weichen, braunen, lederartigen, dünnen Decke überzogen, welche aus Honig, Blumenstaub und einer harzigen Masse gebildet ist, welche von Blättern und den Knospen oder Trieben der Nadelhölzer entnommen wird. Die schon nach zwei Tagen auskriechenden Larven nähren sich unter ihrer Decke selber, sie werden nicht gefüttert. „Hier muß ich", schreibt Rothe, „dringend darauf hinweisen, daß die Hummeln kein Wachs erzeugen und daher auch keine Zellen bauen, wie die Bienen (v. Buttel behauptet auch letzteres). In Brehms „Tierleben" wird richtig angegeben, daß die Zellen in den Hummelnestern durch die Verpuppung der Larven entstehen; die Wände dieser Gefäße zeigen sich, sobald sie zerrissen werden, als ein faseriges Gewebe. Es sind die Puppenhüllen. In manchen naturwissenschaftlichen Schriften wird noch jetzt die Behauptung aufgestellt, daß die Hummeln Wachs zwischen den Hinterleibsringen ausschwitzten und daraus Zellen bauten, in welche die Königin Eier legt. Das ist ein starker Irrtum; solche Annahmen sind von dem Wesen der Hausbienen entlehnt."

Bemerkenswert ist, wie die zum erstenmal ausfliegenden jungen Hummeln den Eingang zum Neste förmlich studieren, um ihn bei der Heimkehr sicher wiederzufinden. Die älteren Arbeiterinnen, welche infolge ihres Alters oder etwaiger Flügelverletzungen nicht mehr ausfliegen können, nehmen den mit ihrer Bürde zurückkehrenden Schwestern den Blumenstaub von den Höschen ab. Den Honig bringen die Trägerinnen selbst in die vorher sorgfältig gereinigten Puppenhüllen, die, sobald sie gefüllt sind, oben mit einem Harzdeckel geschlossen werden. Der Hummelhonig ist wasserhell, im Geschmack an den Duft der wilden Blumen erinnernd und in großen Nestern bis zu einem halben Pfund vorhanden. Ist die Decke des Hummelnestes beschädigt, so arbeiten die Tierchen eifrig an der Wiederherstellung. Ist die Moosschicht durch ein über das Nest gehendes Tier aufgerissen, so begnügen sie sich nicht mit der gewöhnlichen Reparatur, die zur gänzlichen Abhaltung des Regens nicht genügen würde, sondern verkleben die innere Wölbung des Nestes mit der harzigen erwähnten Masse. „In dieser Sicherheitsmaßregel läßt sich die Denktätigkeit der Hummeln klar erkennen." Und dabei beträgt die Lebensdauer der Arbeiterinnen nur acht bis zehn Wochen.

Die Entstehung des Bienenstaates.

Der Bienenstaat zeigt uns ein Bild von so wunderbarer Zweckmäßigkeit, daß wir ihm gegenüber bei unseren Erklärungen und Betrachtungen stets wieder in den alten Fehler der Vermenschlichung zurückfallen, menschliche Verhältnisse in diese Insektenkolonie übertragen und in der Königin die Beherrscherin, in den Arbeitern die getreuen Untertanen sehen. Wie oft verwies die alte Tierseelenlehre auf diese „verständigen Tierchen" in dem Idealstaat, wo ein Wille das Ganze regiere, auf diese Verkörperung der monarchischen Idee, auf die Vasallentreue u. s. w. Daß dieser angenommene Autokratismus im Bienenstaate tatsächlich gar nicht vorhanden ist, hat man freilich



Unterirdisches Nest der Steinhummel.

längst erkannt; ob aber seine Bezeichnung als „kommunistische Gesellschaft" völlig zutreffend ist, bleibt auch fraglich. Schon Espinas wies in seinen Untersuchungen über die tierischen Gesellschaften darauf hin, wie gefährlich die Vermengung der von der niederen Tierwelt gebotenen Erscheinungen mit denen der menschlichen Gesellschaft ist, „weil die Beweggründe, welche beide bestimmen, durch eine so tiefe Kluft getrennt sind, daß die Tatsachen nicht einmal dann gleicher Natur sind, wenn sie dem äußeren Anschein nach gleich sind. Die Verwirrung der Ausdrücke zieht in solchen Fällen eine dauernde Verwirrung der Vorstellungen nach sich."

Dieser Gefahr entgehen wir am besten, wenn wir einen Organismus aus seinen Uranfängen nach seiner allmählichen Entwicklung zu begreifen suchen. Diesen Weg schlägt Dr. von Buttel-Reepen hinsichtlich des Bienenstaates ein, indem er an der Hand der Stammesgeschichte der ganzen Bienengattung die Entwicklung der Koloniebildung von den einzeln lebenden (solitären) Bienen bis zur Honigbiene verfolgt.[1]) Unsere Kenntnisse bleiben freilich auch auf diesem Wege lückenhaft, da wir

[1]) Die phylogenetische Entstehung des Bienenstaates. Biologisches Zentralblatt, Band 23, Heft 1 und 3 bis 5. Auch in Buchform, Leipzig 1903.

erstens noch lange nicht die Lebensweise aller Bienenarten kennen und zweitens viele Zwischenglieder ausgestorben sind. Mehrfach muß sich der Forscher nicht sicher begründeten Vermutungen hingeben.

Die Stammeltern der Bienen sind die Grabwespen. Von ihnen ausgehend, gelangen wir zunächst zu den solitären Bienen, d. h. zu den Arten, bei denen jedes befruchtete Weibchen ein eigenes gesondertes Nest anlegt, die Nahrung für die Larve einträgt und ein Ei auf den Futterbrei legt. Bei manchen dieser Solitären stehen die Nester nahe beisammen und bilden eine Nesterkolonie. Einen sehr einfachen Nestbau finden wir z. B. bei der Mohn-Mauerbiene (Osmia papaveris Ltr.). Im Juni oder Juli gräbt das Weibchen eine kleine bauchflaschenförmige Höhle in den Sand und kleidet sie mit purpurleuchtender Tapete aus, indem sie die roten Blütenblätter des Klatschmohns in Streifen schneidet und die Wände der Zelle damit tapeziert. Nun wird Blütenstaub und Nektar aus der Kornblume eingetragen und oben darauf ein Ei gelegt. Die in den Hals der Zelle vorragenden Teile der Mohnblätter dienen zum Verschluß, und über ihnen häuft das Weibchen Erdkörnchen bis zum oberen Rand der Öffnung, so daß auch das schärfste Auge keine Spur des Nestbaues mehr entdecken kann. Bald schlüpft aus dem Ei die Larve, nach Monatsfrist ist der Nahrungsvorrat verzehrt und die Verpuppung beginnt. Je nach der Witterung überwintert die Puppe als solche, oder sie entwickelt sich zum fertigen Insekt (Imago); aber auch die Imagines der Osmiaarten verlassen die Zellen nicht vor dem nächsten Frühling. Bei der Mörtelbiene (Chalicodoma muraria F.), deren Zellen, mit einem oft $^1/_2$ Zentimeter starken eisenharten, von der Biene aus mit Speichel verklebten Steinkörnchen hergestellten Überzuge versehen, sich an Felswänden dicht beieinander angeheftet finden, verharren die Larven 20 Monate und länger in dem hermetisch abgeschlossenen Steinverlies; wie sie so lange ohne Luftzutritt zu gedeihen vermögen, läßt sich wohl nur durch den sehr herabgestimmten, mittels intramolekularer Atmung erhaltenen Lebensprozeß erklären. Und, was noch rätselhafter, durch diese dicke steinerne Zellwand, die einer feinen stählernen Nadel vollkommen widersteht, vermag eine kleine Schlupfwespe ihren zarten Legestachel hindurchzutreiben, um die Larven oder Puppen mit ihrem Ei zu infizieren.

Während die Mohn-Osmie jedesmal nur eine einzige Zelle anlegt, bilden andere Arten, wie Osmia rubicola, die Brombeer-Mauerbiene, die Maskenbiene (Prosopis) und andere schon eine kleine Kolonie, indem das Weibchen in einem hohlen Brombeerstengel oder in leeren Schneckenschalen mehrere Zellen hintereinander anlegt. Die Stengel werden zu dem Zwecke ausgehöhlt und die Zellen durch Markstückchen getrennt. Im Schneckenhause bestehen diese Scheidewände aus zerkauten Pflanzenstoffen, mit denen das Gehäuse auch in Form eines flachen Deckels geschlossen wird.

Hier läßt sich nun die stufenweise Ausbildung eines höchst interessanten Instinkts verfolgen. Osmia aurulenta, welche in der beschriebenen Weise ihre Nachkommenschaft in leeren Schneckengehäusen unterbringt, baut schließlich über der Mündung des Hauses als Schutz ein Häufchen von Holzstückchen, Nadeln, zerbissenem Heu und ähnlichem Material an, das durch Wind und Wetter aber bald wieder zerstört und verweht wird. Häufig fehlt dieser schützende Vorbau, ein Beweis, daß dieser Instinkt noch nicht bei allen Artgenossen ausgebildet ist, oder aber daß der Schutzbau sehr leicht vergänglich ist.

Einen beträchtlichen Fortschritt in der Baukunst zeigt Osmia bicolor, welche den Vorbau zu einem förmlichen Hüttendach erweitert. Das kleine, aber robuste Tierchen schleppt die längsten Kiefernadeln, viermal länger als es selbst, durch die Luft, baut aus diesen ein Zeltgerüst, dessen Stangen sich oben kreuzen und durch den klebrigen Speichel des Tieres an der Kreuzung fest verbunden sind. Das aus 20—30 Nadeln bestehende Grundgerüst wird mit Hälmchen, Moosstückchen und ähnlichem Genist vervollständigt und verbirgt das Schneckenhaus mit seinem Inhalt vollständig. Andere Individuen derselben Art umgeben ihre Kinderwiege sogar mit einem solchen Schutzbau ringsum, indem sie Hunderte von Nadeln zu einem dichten Bau zusammenflechten, der 10 Zentimeter und mehr Durchmesser hat. „Man steht in Bewunderung vor diesen Kunstfertigkeits-Instinkten, die nur in ererbten, durch Auslese herangezüchteten Trieben wurzeln und deren Tätigkeit ohne Bewußtsein des Zweckes vor sich geht. Wenn man erwägt, daß die Osmia bicolor bald nach Fertigstellung des Nestes zu Grunde geht und daher niemals die Entwicklung oder Nichtentwicklung der Jungen, den Wert der Schutzhülle und die Feinde als solche kennen gelernt hat (die Schlupfwespen), so ergibt sich, daß diese ‚Vorsichtsmaßregel' nur das Produkt eines blinden Instinkts sein kann. Der Zweck wird allerdings vollkommen erreicht, denn den langen Legebohrern der Schlupfwespen ist das Eindringen verwehrt." Andere Osmien erreichen dasselbe, indem sie ihre Schneckenschale in einer mühsam angelegten Erdhöhle vergraben. Aber auch das geschieht ohne Zweckbewußtsein, ohne „Überlegung"; denn als man einer Osmia das Gehäuse fortnahm, wie sie gerade im Begriff war, es in das Loch zu rollen, schüttete sie ruhig den Gang zu, als ob es sich darin befunden hätte.

Kehren wir nach dieser Abschweifung zu der Nestentwicklung zurück. Eine höhere Stufe als diese hintereinander liegenden Zellen, die „Linienbauten", bilden die „Zweigbauten", bei denen sich an einen horizontalen Hauptgang eine Anzahl mit je mehreren Zellen versehener Seitengänge anschließen. Auch bei ihnen gibt es wieder merkwürdig zweckmäßige Einrichtungen, z. B. abwärts gerichtete, vorbauartige Einfahrtsröhren; wahrscheinlich dienen sie zum Verdecken der dunklen, sich weithin scharf von der hellen Wand abhebenden Eingangsöffnungen, welche sehr anlockend und zur Musterung einladend auf die meisten Schmarotzer wirken.

Auch wo sich bei den solitären Bienen die Anfänge einer Koloniebildung, eines gesellschaftlichen

Zusammenschlusses zeigen, scheint doch das Zusammenstehen der Erdnester der einzige soziale Zug zu sein. Niemals kommunizieren die Zellen eines Nestes mit denen des benachbarten. Unbekümmert um einander sieht man die Weibchen jedes dem eigenen Bau zufliegen und sich ausschließlich der eigenen Brutstätte widmen. Und dennoch existiert schon ein „Korpsgeist", ein ausgesprochener Anfang sozialer Zusammengehörigkeit.

Fängt man eine nur selten zu größeren Kolonien sich zusammenschließende Bienenart dort, wo sie einsam oder in wenigen Bauten beisammen nistet, so kann man ruhig mit dem Fangnetz seine Beute holen. Trifft man aber dieselbe Art an einem mit Hunderten oder gar Tausenden von Nestern besäten Wohnplatz und schlägt dann sein Netz nach einem der Tierchen, so erfolgt plötzlich ein gemeinsamer, so heftiger Angriff, daß ein ängstlicher Bienenjäger die Flucht ergreift. Ähnliches kann man bei wirklichen Bienenvölkern, bei Ameisen, Wespen, ja durch alle Tiere bis zum Menschen hinauf beobachten. Je zahlreicher, desto angriffslustiger in jedem seiner Individuen ist ein Schwarm.

Beruht dieser soziale Instinkt anscheinend auf dem rein zufälligen Zusammenfinden zahlreicher Individuen auf einer günstigen Niststelle, so dürfte folgendes nicht mehr so zufälliger Natur sein. Bei einigen Arten (Xylocapa, Ceratina, Halictus morio und andern) findet eine gemeinsame Überwinterung verhältnismäßig zahlreicher Tierchen derselben Gattung oder Art statt, und wenn auch dies nur auf zufälligem Zusammenfinden an geeigneten Überwinterungsplätzen beruhen mag, so prägt sich doch darin, daß nur Mitglieder derselben Gattung oder Art zusammenbleiben, ein Zusammengehörigkeitsgefühl aus.

Ein weiterer Fortschritt in sozialer Hinsicht zeigt sich darin, daß mehrere Weibchen zwar noch ihre eigenen Nester beibehalten, aber mit gemeinsamem Flugkanal, den alle passieren müssen. Noch höher entwickelt ist das soziale Beisammensein bei verschiedenen Haliktusarten. Das Weibchen einer Haliktusart legt dicht nebeneinander eine größere Anzahl Zellen an und vereinigt sie zu einem wabenartigen, frei in einer Erdhöhle hängenden Bau, so daß bereits die ersten Jungen ausschlüpfen können, während die Mutter noch mit der Anlage der letzten Zellen beschäftigt ist. Hier kommt es also zu einer Berührung der Mutter mit der Nachkommenschaft, was den Vorteil hat, daß das Nest nun nicht mehr sich selbst überlassen ist, sondern eine Art ständiger Bewachung zur Abwehr von Schmarotzern besitzt. Engere Beziehungen der Mutter zu ihren Jungen sind auf dieser Stufe noch nicht vorhanden.

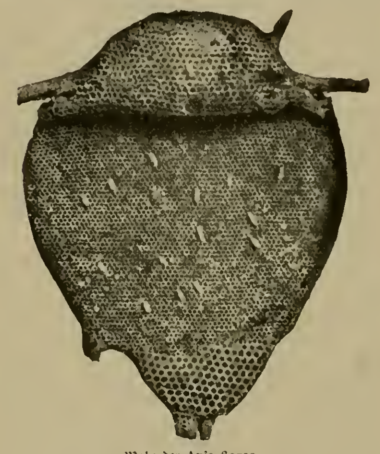
Nun besitzen mehrere Haliktusarten drei Generationen im Jahre, eine Frühjahrsgeneration, die aus überwinterten, im Herbst befruchteten Weibchen besteht, eine nur aus Weibchen bestehende Sommergeneration und eine Männchen und Weibchen enthaltende Herbstgeneration, die auf parthenogenetischem Wege aus der Sommergeneration entsteht. Wenn nun eine solche Form einen Nestbau wie den eben geschilderten besaß, so war es leicht möglich, daß die parthenogenetisch sich fortpflanzenden, der Befruchtung nicht bedürfenden Weibchen sofort der Stammutter (1. Generation) beim Füttern und Nestbau halfen und Eier zu legen begannen. Es waren dann also mehrere Weibchen zugleich an einem Neste tätig und die erste echte Kolonie war so zu stande gekommen.

Schon bei einem Nest der vorigen Art, wo das Weibchen Nachkommenschaft ausschlüpfen sieht, lernt die „Mutter" ihr „Kind" kennen, wie man es gewöhnlich in vermenschlichender (anthropomorphistischer) Bezeichnung zu nennen pflegt. v. Buttel betont das Begriffsverwirrende dieser Ausdrucksweise. Da wird gemeint, daß mit dieser Berührung von Mutter und Kind auch zugleich „Mutterliebe" und „Kindesliebe" gegeben sei. Nichts verkehrter als das! Wer da weiß, mit welcher „Gemütsruhe", wie die alten Tierpsychologen sagen würden, mit welcher „Roheit" selbst die Mitglieder des höchst entwickelten Bienenstaates, die in ständigem Kontakt mit „Mutter", „Kindern", „Schwestern und Brüdern" leben, ihre „Familienmitglieder" unter Umständen verzehren, verschmachten lassen, töten, der wird erkennen, wie verfehlt eine solche Bezeichnungsweise ist und wie durch sie die wahren Verhältnisse nur verschleiert werden. Aus diesen Beziehungen ist, wie wir weiterhin bei den Hummeln sehen werden, nicht der geringste Anstoß zur Staatenbildung hervorgegangen, und von einer „Mutterliebe" kann bei den Bienenstaaten überhaupt nicht die Rede sein. Der Brutpflege-Instinkt ist dort der Mutterbiene, der Königin, vollkommen verloren gegangen, sie legt rein mechanisch ihre Eier und kümmert sich um deren weiteres Schicksal nicht im geringsten. Bei den Ameisen finden wir ebenfalls, wie Wasmann gezeigt hat, keine „Mutterliebe". Für die Pflegeinstinkte bei den Bienen sind nicht seelische, sondern nur biologische Motive als Ursache anzunehmen: lediglich Vorgänge der natürlichen Auslese walteten hier. Im Kampfe ums Dasein hatten die Artgenossen das Übergewicht, welche durch besondere Veranlagung (Keimesvariation) den Anschluß an das Auskriechen der Jungen erreichten, so daß eine ständige Bewachung des Nestes erzielt oder aber durch Bebrütung der Zellen eine sichere Entwicklung erreicht wurde. Die anderen wurden allmählich ausgemerzt, bis schließlich die betreffenden Instinkte bei den überlebenden Artgenossen herrschend wurden. Der Hauptfortschritt der Koloniebildung gegen das Nest der Solitären ist jedenfalls der, daß auch nach Abschluß der Zellen fast ständig Tiere in den Nestern vorhanden sind, so daß Schmarotzer bei Kolonien dieser Art nicht so leichtes Spiel haben dürften, ihre Eier in die Zellen abzulegen. Die Bewachung des Nestes war also ein wesentliches Mittel, den Kampf ums Dasein besser zu bestehen, und deshalb dürfte die natürliche Auslese in dieser Richtung besonders stark gewirkt haben.

Was den ersten Anstoß zu der oben geschilderten, auf der jährlichen Folge dreier Generationen beruhenden Koloniebildung gab, läßt sich nur vermuten. Wahrscheinlich sind es besonders günstige Ortsverhältnisse in bezug auf Klima und Nahrung gewesen. Ist das richtig, so müssen auch heute noch soziale Immen (Apiden) unter ungün-

stigen Verhältnissen wieder zur solitären Lebensweise zurückkehren. Und in der Tat ist das nach Beobachtungen in arktischen Gebieten der Fall. Man findet dort von manchen sozialen Hummelarten niemals oder außerordentlich selten Arbeiterinnen. Überaus interessant und ein Beweis ihrer Arbeitsamkeit ist es, daß die Hummeln in diesen hohen Breiten, z. B. in Finmarken und Lappland, während der hellen Sommernächte, in denen doch alle übrigen Tagesinsekten ruhen, mit ihrer Arbeit ununterbrochen fortfahren. Im Süden dagegen, auf Korsika zum Beispiel, sollen die Hummelvölker in günstigen Fällen sogar überwintern.

Die Entwicklung von den solitären zu den gesellig lebenden Bienen hat sich also wahrscheinlich in folgenden Etappen vollzogen: Ein Weibchen baut ein isoliertes Einzelnest; mehrere, oft zahlreiche Weibchen legen unabhängig voneinander Einzelnester in Kolonien an — Weibchen, auch Weibchen



Wabe der Apis florea.

und Männchen überwintern gesellig; zwei und mehr Weibchen benützen ein gemeinsames Flugloch. Bis zu dieser Stufe stirbt das Weibchen, ohne seine Nachkommenschaft jemals gesehen zu haben. Weiterhin sieht das Weibchen die Brut ausschlüpfen und bewacht das Nest; auf einer folgenden Etappe wird die Zellenanlage wabenähnlich; endlich arbeiten ein altes und parthenogenetisch sich fortpflanzende junge Weibchen zusammen im alten Nest: der Anfang der Staatenbildung.

Auf dieser Stufe stehen auch die Hummelstaaten; nur der Umstand ist bei ihnen noch hinzugekommen, daß aus den Eiern der unbefruchteten Hilfsweibchen nur noch Männchen entstehen können. Es würde zu weit führen, diese Entwicklung durch die Zwischenstufen der stachellosen Bienen, der nur in Mittel- und Südamerika vorkommenden Meliponen und der auch über die alte Welt bis Australien verbreiteten Trigonen, bis zu unserer echten Honigbiene zu verfolgen. Bei den Stachellosen ebenso wie bei der ein Übergangsglied von ihnen zu der Honigbiene bildenden stachelbewehrten indischen Apis dorsata, der Riesin unter den echten Apisarten, entstehen Drohnen, Arbeiterinnen und, soviel wir wissen, auch die Königinnen in gleich großen Zellen. Wie der echte Wabenbau zu stande kommt, der auch bei Apis dorsata schon typisch zweiseitig aus reinem Wachs ausgeführt wird, ist noch nicht völlig erklärlich. Diese große Indierin baut eine einzige oft 1 Meter lange Wachswabe frei an den Ästen der Baumriesen indischer Urwälder oder unter Felsvorsprüngen, in Säulengängen oder in den indischen Tempeln. Bis 70.000 Zellen kann so eine Wabe enthalten. Hoffentlich genügen die vorstehenden Angaben, recht viele Bienenfreunde zum Lesen des interessanten, an biologischen Angaben überreichen Werkchens von v. Buttel-Reepen zu veranlassen.

Schutzfärbung und Mimikry.

Der Europäer hat, wie der Reisende de l'Harpe gelegentlich seiner Fahrt nach den Suf-Oasen erzählt, am Rande der Sahara Gelegenheit, ein Gericht kennen zu lernen, das bis jetzt noch nicht auf den Speisekarten unserer Restaurants verzeichnet steht: es sind dies sehr schöne, große Heuschrecken, welche, nachdem man sie in siedendes Salzwasser getaucht hat, an der Sonne getrocknet und alsdann mit Genuß verzehrt werden.

Nicht jeder Reisende wird im stande sein, die behenden Grünröcke unter diesem Gesichtspunkte zu würdigen — wenn auch sicherlich die Not öfter Eisen bricht, als man denkt. So hat auch J. Vosseler auf einer Reise durch Algerien und Tunis die Heuschrecken zwar eingehend, aber nicht vom kulinarischen Standpunkte betrachtet, sondern den Zusammenhang zwischen ihrer Zeichnung und Färbung einerseits und ihrer Anpassung an die Umgebung anderseits zu ermitteln gesucht.[1])

Vosseler fand, daß Arten aus vegetationsreichen Gegenden, je nachdem sie sich mehr auf dem Boden oder auf Pflanzen aufhalten, bald mehr ein braunes, bald mehr ein grünes Kleid zeigen, oft beides nebeneinander an engbegrenzten Plätzen. Noch klarer und einfacher aber tritt die schützende Anpassung da zu Tage, wo die Einförmigkeit der Landschaft und die Spärlichkeit der Vegetation sich zum Bilde der Wüste vereinigen, wo das ganze Land, soweit das Auge reicht, nur in einen einzigen gelben bis rötlichen Farbenton getaucht ist. An die Wüste angepaßt sind auch nicht alle Arten der dort lebenden Gattungen, sondern in erster Linie diejenigen, welche als sehr ursprüngliche Bewohner derselben angesehen werden müssen, und auch unter diesen ist der Grad der Anpassung verschieden.

Eine sehr zweckmäßige Formveränderung ist die Verbreiterung des Körpers, welche den Tieren und ihren Larven erlaubt, sich dem Boden vollkommen anzuschmiegen. Zwischen den Bewohnern der Wüste und des übrigen Landes zeigt sich darin oft ein auffälliger Unterschied. Hand in Hand mit

[1]) Orthopteren Algeriens und Tunesiens. Zool. Jahrbücher, Abteil für System. rc., Band 17, Heft 1.

dem Bestreben, die Umrisse des Körpers durch Ausgleichung auffallender Hervorragungen und durch die Fähigkeit, sich anzuschmiegen, auf der Unterlage möglichst verschwinden zu lassen, geht eine Veränderung der Hautstruktur, die demselben Zweck dient. Manche Arten zeichnen sich dadurch aus, daß ihre Haut entsprechend der Umgebung an allen leicht sichtbaren Körperteilen sandförmig gestaltet ist, indem die Oberfläche des Hautchitins sich entweder mehr in Höckern und Leisten oder in feinen Spitzen erhebt und dadurch aufs wunderbarste bald mehr rauhem, bald mehr feinkörnigem Sande angepaßt erscheint. Diese Hautkörnungen sind nicht gleichmäßig, sondern in verschiedenen Abständen und verschiedenem Grade ausgebildet.

gültig zu sein. Dennoch finden wir sie bei allen Wüstenbewohnern weiß, nicht selten mit einem Stich ins Gelbe. Diese Tatsache ist, wie experimentell nachgewiesen, von besonderer Bedeutung. Wo viel Licht, ist auch viel Schatten; trotz allen mimetischen Schutzes müßten die hier ins Auge gefaßten Arten auf ihren Wohnplätzen wegen Mangels an Steinen und Pflanzenwuchs immer noch als Körper von ungewohnter Form und Ausdehnung sich vom Boden abheben, weil ihr Schatten sie verriete. Die weiße Farbe der Unterseite reflektiert aber Licht, durch das die Schlagschatten durchleuchtet und abgeschwächt werden, und so hebt das Insekt sich auf dem Untergrunde weniger ab, ist schwieriger zu sehen.



Schlupfwespe mit erbeuteter Fliege. (Nach »La Nature«.)

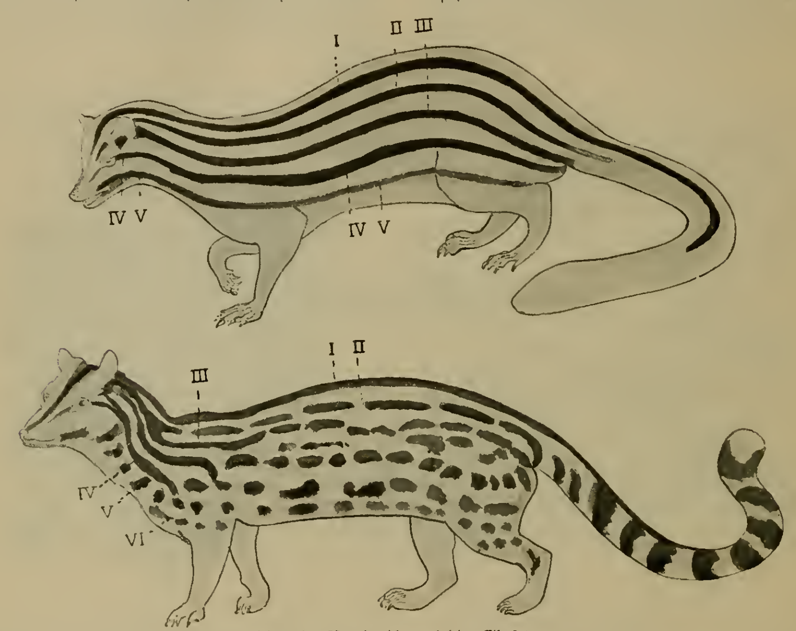
Am wichtigsten, weil am allgemeinsten auftretend, ist endlich die Anpassung in der Färbung. Nur die dem Auge der Feinde ausgesetzten Teile werden von einem Grundton gedeckt, der oft geradezu überraschend vollkommen mit der Umgebung übereinstimmt. Für die Wüstenbewohner kommen alle Abstufungen von gelb bis braun und kupferrot, für andere gelb, braun, selbst grün in Betracht. Alle in der Ruhestellung nicht sichtbaren Körperteile, wie die Innenseiten der Hinterschenkel und Schienbeine (Tibien), die Hinterflügel und andere, leuchten oft in den grellsten Farben. Wie auf den Vorderflügeln stumpfe Deck-, so herrschen auf den Hinterflügeln leuchtende Lasurfarben. Meistens gleichen Männchen und Weibchen einander. Ist aber eine sexuelle Verschiedenheit in Zeichnung und Färbung vorhanden, so ist die Zeichnung beim Weibchen verloren gegangen, während sie sich beim Männchen erhalten hat. Durch Anpassung bedingte Umänderungen treten stets zuerst beim Weibchen auf.

An und für sich scheint die Färbung der (unsichtbaren) Brust und Bauchseite gleich-

Da die mimetische Schutzfärbung neuerdings ab und zu bestritten wird, so führt Vosseler einige besonders auffallende Beispiele für sie an. „Wie die meisten Bewohner der Wüste, sind auch die Ödipodiden der Farbe des Bodens angepaßt — stets Ruhestellung vorausgesetzt —, und zwar in verschiedenem Grade. Man kann ganz genau verfolgen, wie Arten aus mehr steinigen Gebieten derbere Färbung und gröbere Zeichnung tragen, Tiere derselben Art auf reinem Sand aufs vollkommenste mit dessen Ton und zarter Struktur übereinstimmen und jeder ausgeprägten Zeichnung entbehren; ihre Oberseite bildet die denkbar vollendetste Bodenphotographie (Eremobia). Andere sind bis jetzt nur auf Sand beobachtet worden, für sie gilt das eben Gesagte erst recht (Leptopternis und einige den Stauronotus verwandte Arten). Da wo auf kleinerem Raum ein größerer Wechsel der Umgebung herrscht, stößt man auf noch viel speziellere Fälle sympathischer Schutzfärbung."

Geradezu klassisch ist das Beispiel von Helioscirtus capsitanus. Sie leben auf einem ebenen

oder sanft ansteigenden Terrain, aus dem sich ein nackter felsiger Hügel erhebt. Der Boden trägt vorwiegend Sand von gelblicher Farbe, an einzelnen Stellen ist er jedoch von Winden des Sandes entblößt und Stellen von rostbrauner, grauer schieferiger Erde oder Kupferfarbe treten zu Tage. Die so gefärbten Stellen sind engbegrenzt, meist nur wenige Quadratmeter groß und heben sich auffallend von dem Sande ringsumher ab. Während nun alle Individuen auf dem Sande dessen gelbliche Farbe tragen, sind die übrigen geradezu peinlich genau auf den von ihnen bewohnten Boden unter den Arten der Wüste angetroffen wird. Glänzend tiefschwarz, oft noch stahlblau schimmernd, mit ziegelroten Abzeichen geschmückt, platzt er aus dem ruhigen Farbenbilde geradezu heraus. Er und andere sind aber auch mit ganz eigenartigen Verteidigungsmitteln ausgestattet, welche die Anpassung überflüssig machen. Ödaleus sondert einen Stinksaft ab, Eugaster spritzt Blut von sich, und zwar von den Gelenken aller sechs Beine auf 40 bis 50 Zentimeter Entfernung. Ein Versuch mit einer Eidechse bewies, daß der Saft in der Tat abschreckend wirkt. Nach drei Angriffen versuchte



Schema der Säugetierzeichnung bei den Zibetkatzen.

abgestimmt. Wenn, wie es die geringe Größe der gefärbten Bodenstücke mit sich brachte, deren Bewohner bei der Flucht vor dem Fangnetze auf den hellen Sand gerieten und Vosseler sich schon über die vermehrte Sichtbarkeit und erleichterte Möglichkeit des Fanges freute, so schwirrten sie, mit der neuen Umgebung in krasser Disharmonie stehend, so schnell als möglich wieder in die Höhe und verschwanden, um ihre alten Plätzchen wieder aufzusuchen. Wiederholt aus den Bezirken, nach denen sie gefärbt waren, weggetrieben, kehrten sie ausnahmslos dahin zurück, während sich die Bewohner des Sandes lange in einer Richtung forttreiben ließen.

Die Gebiete, auf denen die Heuschrecken ihre letzten Entwicklungsstufen durchmachen, sind um diese Zeit nahezu vegetationslos. Das Gelände bietet fast keinerlei Versteck und alles, was nicht angepaßt ist, muß dem Untergang verfallen. Zweck und Nutzen der schützenden Färbung liegen ganz klar, und dennoch stoßen wir auf Ausnahmen. Die auffallendste bildet Eugaster, der ab und zu noch diese stets den Mund am Boden zu reinigen und stand endlich ganz von der Beute ab. Der anfangs fade Geschmack der gelben Blutstropfen wird später beinahe unerträglich bitter. Schon die Färbung also gibt uns einen Fingerzeig, daß die Art wehrhaft sein müsse, eines nachahmenden Schutzes also nicht bedürfe.

Leider gestattet der Raum diesmal nicht, aus der Fortsetzung der im vorigen Jahrbuch (S. 209) ausgezogenen Arbeit von B. Tümler, die auf die Schutzmasken der Wirbellosen eingeht, weitere interessante Beispiele für diese merkwürdigen Einrichtungen zu bringen.[1]) Dagegen sei im Anschlusse an die Bemerkung Vosselers, daß die mimetische Schutzfärbung neuerdings bestritten werde, der von L. v. Aigner-Abafi gemachte Versuch, die als Mimikry bezeichnete schützende Nachahmung zu widerlegen, kurz dargestellt.[2])

---

[1]) Natur und Offenbarung, Band 49 (1903), Heft 2.
[2]) Gaea, 39. Jahrgang (1903), Heft 3 und 4.

v. Aigner sucht nachzuweisen, daß die Schmetterlinge, bei denen Mimikry am hervorragendsten zum Ausdruck kommt, durchaus nicht ein Bewußtsein dessen haben, wer ihr Feind ist, das heißt, sie halten jedes Lebewesen dafür, das größer ist als sie. Diese meiden sie, verbergen sich jedoch nicht vor ihnen, sondern vielmehr vor ihren Elementarfeinden, und das sind die allzu sengende Sonne, der Regen, der ihre Flügel durchnäßt und sie am Fliegen hindert, der Wind, der sie forttreibt, wohin sie nicht wollen. Sich gegen die Elemente zu schützen, ist der Hauptgrund für das Verbergen der Falter. Von sekundärer Wichtigkeit ist es, daß sie sich in vielen Fällen derart niederlassen, daß ihre lebenden Feinde sie nicht leicht aufzufinden vermögen, obgleich zum Beispiel das scharfe Auge des geschäftigen Baumläufers die an Baumstämmen sitzenden Eulen und Kleinschmetterlinge findet, wenn sie noch so große Meister in der Mimikry sind.

v. Aigner leugnet also Mimikry nicht, bestreitet aber, daß sie viel nützt. Er bringt Beispiele von Faltern, welche auch abgesehen von ihrer Umgebung in ruhendem Zustande eine eigentümliche, das Auge täuschende Form annehmen. Hier gleicht ein Falter einem dürren Blatte, dort einer einem zerbrochenen Ästchen, ein anderer einem Stückchen morschen Holzes. Manche Tropenarten haben vollständig das Aussehen von grünenden oder dürren Blättern. Diese Eigenart gewährt ihnen Menschen gegenüber einigen Schutz, ob aber auch gegen die Vögel, ist sehr fraglich.

„Von Wichtigkeit ist jedoch bei dieser Frage die Tatsache, daß die Falter ebenso wie andere Insekten sich durchaus nicht bewußt sind, daß sie durch ihre äußere Erscheinung geschützt werden." Schmetterlinge, die in auffallender Übereinstimmung mit ihrer Unterlage stehen, bleiben nicht sitzen, wenn man sich ihnen nähert, sondern fliegen auf und setzen sich in geringer Entfernung an einen anderen Baumstamm; dadurch lenken sie die Aufmerksamkeit auf sich und werden mit Leichtigkeit die Beute des Sammlers. Erst recht nicht nützt den Raupen, die einen Ruf als große Künstler in der Mimikry haben, ihre schützende Ähnlichkeit. Ihre gefährlichsten und erbittertsten Feinde, die Schlupfwespen (Ichneumoniden und Brakoniden), finden sie in jedem Versteck, in jeder Verkleidung; denn sie suchen gar nicht mit dem Auge, sondern mit einem hundertmal schärferen Organ, dessen sich der Mensch nicht zu rühmen vermag. Lautlos lassen sie sich auf der Raupe, mag sie Schutzfärbung oder Schreckfärbung besitzen und mag sie mit dem Vorderkörper noch so gewaltig um sich schlagen, nieder und stechen sie an, um ihrer Nachkommenschaft eine Entwicklungsstätte zu bereiten. Auch erfahrene Vögel dürften sich durch Trutzfarben, grelle Nuancen oder drohende Augenflecke bei Raupen und Schmetterlingen nicht sehr abschrecken lassen, höchstens ein unerfahrenes junges Tier.

Eine andere, eigentlich die ursprüngliche Abteilung der Mimikry bildet die angebliche Tatsache, daß manche Falter die Färbung und Zeichnung einer anderen Art nachahmen, und zwar aus dem Grunde, weil die nachgeahmte geschützt ist durch den Umstand, daß ihr Körper einen unangenehmen Geschmack besitzt, während der des nachahmenden Falters, der von Anfang an ein etwas ähnliches Äußere hatte, dem Geschmack seiner Feinde zusagt; von ihm blieben nur diejenigen Exemplare verschont, die der nachgeahmten geschützten Art am ähnlichsten waren. Auf diese Weise sollen im Laufe der Jahrtausende zwei einander fernstehende Arten entstanden sein, die sich zum Verwechseln ähnlich sind. v. Aigner versucht auch diese sehr schön, sogar geistreich erdachte Theorie zu widerlegen, und wenn auch seine Ausführungen keineswegs in allen Punkten überzeugend wirken — vielleicht weil wir schon zu lange in der Mimikry-Überzeugung leben — so verdienen sie als die Ansichten eines erfahrenen und kenntnisreichen Entomologen, die überdies durch Aussprüche von Fachgenossen unterstützt werden, besondere Beachtung. „Die Mimikry-Theorie", sagt z. B. H. Stichel, der hervorragendste deutsche Schmetterlingsforscher, „ist namentlich für den Naturphilosophen ein interessantes und ausgiebiges Feld, die Phantasie schweifen zu lassen. Der beobachtende praktische Entomologe erkennt in den Kombinationen der Theorie meist Trugschlüsse oder unbewiesene Schlüsse, welche die Tatsachen mindestens arg übertreiben." Die Zukunft muß lehren, ob eine einfachere Erklärung, vielleicht im Sinne der „farbigen Bodenphotographie" Vosselers, möglich ist.

Im Säugetierreich, auch bei manchen Vögeln, ist die Streifung und Fleckung des Kleides ein hervorragendes Mittel, das Tier auf weitere Entfernung unsichtbar und dadurch teils zu Schutz, teils zu Trutz und Angriff geeigneter zu machen. In einem sehr interessanten Vortrage über die Zeichnung der Tiere zeigt Dr. Gräfin M. v. Linden, wie man mittels vergleichender Betrachtung den Weg findet, der die Natur zur Entwicklung dieser Zeichnungen führte.[1]) Strenge Gesetzmäßigkeit offenbart sich selbst bei der Umbildung der kleinsten, für die Lebensbedingungen des Tieres unwichtigsten Zeichnungselemente, und somit zeigt sich auch hier, daß die Theorie der Mimikry, die unter Herrschaft des Nutzens entstanden sein soll, falsch ist.

Drei Haupttypen der Zeichnung lassen sich an den bisher untersuchten Tiergruppen unterscheiden: Längsstreifung, Fleckung und Querstreifung. Die ganze Mannigfaltigkeit von Zeichnungsmustern, die wir an der Körperoberfläche der Tiere treffen, kann auf eine dieser Grundformen zurückgeführt oder von ihr abgeleitet werden. Die Richtigkeit des biogenetischen Grundgesetzes, wonach sich die Entwicklung des Einzelwesens als ein kurz gedrängter Abriß der Geschichte seines ganzen Stammes darstellt, ergibt sich auch bei Betrachtung der Tierzeichnungen.

Als der ursprünglichste Zeichnungstypus ist die Längsstreifung anzusehen. Längsstreifen oder längsverlaufende Punktreihen bilden einerseits die charakteristischen Zeichnungsmerkmale für die Vertreter systematisch tiefer stehender Arten, anderseits treten sie auf als Jugendkleid der Angehörigen höher entwickelter Formen. Unter den Säugetieren

---

[1]) Naturwissenschaftliche Wochenschrift II (1903), Nr. 18 und 19.

ist eine ursprüngliche Längsstreifung besonders schön bei den Raubtieren in der Familie der Schleichkatzen (Viverriden) erhalten geblieben. Bei ihnen läßt sich der ganze Entwicklungsgang der Zeichnung verfolgen, wie er von der Längsstreifung (Gattung Galidictis) durch die Fleckung (Viverra genetta) zur Querstreifung (Viverra civetta) führt. So herrscht stets bei den ursprünglichen Formen Längsstreifung, bei den weiter vorgeschrittenen Arten Fleckung, Querstreifung oder Einfarbigkeit vor. Nach denselben Regeln wie bei Wirbeltieren vollzieht sich die Umbildung der Zeichnung auch im Kleide der Wirbellosen.

Zur Entwicklungsgeschichte des Menschen.

(Urgeschichte und Ethnographie.)

In den Fußstapfen eines Urgeschichtsforschers. * Der Tertiärmensch und sein Werkzeug. * Die Ahnentafel des Menschengeschlechtes. * Neue Funde aus der älteren Steinzeit. * Das Heim der Vorzeit. * Riesen und Pygmäen. * Aus der Welt der „Gelben".

In den Fußstapfen eines Urgeschichtsforschers.

Die Wichtigkeit der Höhlen und Grotten Südfrankreichs für die Urgeschichte des europäischen Menschen, besonders, wie schon im ersten Bande dieses Jahrbuches geschildert wurde, für die Anfänge der Kunst, erweckt wohl in jedem Anthropologen und Prähistoriker den sehnlichen Wunsch, dieses gelobte Land der Urgeschichtsforschung mit eigenen Augen zu sehen. Über eine solche, im Jahre 1902 unternommene Studienreise berichtet Professor H. Klaatsch in ausführlicher und anschaulicher Darstellung. [1])

Von Brüssel aus wurde in Begleitung eines alten ortskundigen Gehilfen von Dupont, dem Direktor des Brüsseler Museums für Naturkunde, den Höhlen des Lessetales ein Besuch abgestattet. Die Lesse, ein bei Dinant von rechts her in die Maas mündendes Flüßchen, „fließt in einem engen Tale, dessen Kalkwände trotz ihrer geringen Höhe von etwa 100 Metern doch in ihrer herrlichen Bewaldung mit dem engen grünen Talboden zusammen malerische Wirkungen geben. Die berühmten Grotten öffnen sich in verschiedener Höhe über dem Fluß; die meisten dieser Behausungen des paläolithischen Menschen sind so gründlich ausgeräumt, daß ihr Besuch sich nicht mehr lohnt, so das Trou de la Naulette, dem der bekannte Unterkiefer entstammt. Im Trou Magrite hingegen ist im Schutt des Höhlenbodens noch manches zu holen, und ich habe als Andenken an die ‚Buddelei' in dieser Grotte mehrere hübsche, längliche Feuersteinmesser mitgebracht, welche dem Typus vom Ende des Paläolithikums (älteren Steinzeit), der Magdalénienperiode, entsprechen. Das Graben in solcher Lokalität bereitet ein Vergnügen, dem ich kaum eine zweite Tätigkeit an die Seite zu setzen wüßte. Mit welcher Wonne erfüllt nicht jeder Zahn, jedes Knochenstück vom Renntier oder Höhlenbär, das man beim Schein der Kerze dem Boden entnimmt. Dazu kommt die poetische Empfindung, in einer alten Wohnstätte zu weilen, und wenn man das Spiel der Sonnenstrahlen am Eingang der Höhle beobachtet, so sucht man sich unwillkürlich in die Verfassung jener Menschen zu versetzen, welche hier vor ihrer Felsenburg sich sonnten, als noch Mammut- und Renntierherden den Talgrund durchstreiften".

Eine besondere Bedeutung haben die Grotten in der Nähe des Dörfchens Furfooz durch die Skelettfunde gewonnen. Doch nur der Unterkiefer von Naulette darf darunter auf höchstes Alter Anspruch machen, während die meisten anderen Knochen einer viel späteren Zeit angehören. Zwei Schädel, die man bisher meistens für Reste aus der älteren Steinzeit ansah und nach dem benachbarten Dörfchen als Rasse von Furfooz bezeichnete, gehören nach Professor Klaatsch sicher der jüngeren Steinzeit an, da sie im Trou du Frontal zusammen mit den Scherben eines kurzhenkeligen Tongefäßes gefunden wurden, die ältere Steinzeit aber die Töpferei ebensowenig verstand wie die Kunst, ihre durch Absplittern und Behauen hergestellten Steinwerkzeuge durch Schleifen und Glätten zu vervollkommnen.

In dem Dörfchen Furfooz, wo Professor Klaatsch übernachtete, fand er in dem kleinen idyllischen Gasthause, das wohl selten von einem Stadtmenschen betreten wird, alle Wände des Gastzimmers mit Malereien behängt, teils Kopien, teils Originale von einer kindlichen Naivität. Es war, wie sich bald herausstellte, die etwa 40jährige einfache Wirtin, welche diese Bilder geschaffen hatte. Vollständig Autodidaktin, hatte sie es in einigen ihrer Leistungen, z. B. der höchst charakteristischen Darstellung eines alten zeitunglesenden Bauers, eines Pudels, der einen Korb im Maul trägt, auch einigen Landschaften, zu einer vortrefflichen Wirkung naturgetreuer Beobachtung gebracht. Die überraschende Entdeckung dieser übrigens durch feines Benehmen ausgezeichneten Dorfmalerin lenkte Professor Klaatsch' Gedanken den paläolithischen Kunstgenüssen zu, die ihm bei einem Besuche des Vezèretales in der Dordogne winkten.

Als Weg dorthin wählte unser Reisender die Tour über das französische Zentralplateau und Aurillac, indem er einige Tage der Erholung in dem bereits von Gästen verlassenen Badeorte Mont Dore am Fuße des höchsten Berges Innerfrankreichs, des 1884 Meter hohen Puy de Lancy, zubrachte, der wie alle Berge der Auvergne die Ruine eines alten Vulkans darstellt. „Unvergleichlich wird mir

[1]) Anthropologische und paläolithische Ergebnisse einer Studienreise durch Deutschland, Belgien und Frankreich. Zeitschrift für Ethnologie Band 35 (1903), Heft 1.



Les Eyzies im Vezèretale. (Nach der Zeitschrift für Ethnologie).

die Besteigung dieses stolz aufragenden Gipfels an einem herrlich klaren Septemberabend sein. Der Reiz der Landschaft liegt in einer Vereinigung vulkanischer mit alpiner Natur. Der Glanz der Beleuchtung auf den steilen Abhängen, die zum Teil alpine Flora haben, erinnert an das Hochgebirge, auch der wild zerrissene Gratkamm, über den ich einen nicht gewöhnlichen Abstieg nahm, die prachtvollen Basaltsäulen bewundernd, welche sich unter dem Gipfel befinden. Von der Höhe schweift der Blick unbehindert umher. Von Norden grüßt die Kraterlandschaft des Puy de Dome, von Süden der Plomb du Cantal; sie lassen unsere Gedanken zurückschweifen bis zur Pliozänzeit, in welcher diese mächtigen Vulkangruppen, wohl um 1000—2000 Meter höher als jetzt, ihre Lavaströme über das Land entsandten, wie später zur Diluvialzeit, als die feurige Kraft erloschen war, die Eisströme, deren Moränen man allenthalben in der Auvergne so schön erhalten findet."

Auf dem Wege von Aurillac ins Vezèretal suchte Professor Klaatsch in Brive den dort lebenden Senior der französischen Urgeschichtsforscher, Elie Massénat, auf, einen der hervorragendsten Erforscher des französischen Paläolithikums. Er fragte Klaatsch im Laufe des Gespräches, ob dieser etwa die Absicht habe, die bemalten Grotten im Vezèretale zu besuchen. Auf diesen Unsinn solle er doch ja nicht hineinfallen. Es handle sich bei diesen angeblich paläolithischen Zeichnungen und Gemälden um Irrtümer und Täuschungen. Wahrscheinlich hätten Leute, die sich dort versteckt hätten, um dem Militärdienst zu entgehen, aus Langerweile die Wände der Grotten bemalt und bekritzelt. Professor Capitan und Rivière, die Entdecker und Erforscher jener Grotten, seien — deutsch zu sagen — elend hineingefallen, indem sie die Tiermalereien für „echt", d. h. für paläolithisch erklärten. Wie erstaunte Professor Klaatsch, als er tags darauf an Ort und Stelle erfuhr, daß Massénat nie dort gewesen sei und die von ihm beanstandeten Wandmalereien trotz der großen Nähe niemals in Augenschein genommen habe!

Von Perigeux, der Hauptstadt der Landschaft Perigord, die im Auslande früher durch ihre Trüffeln als durch die paläolithischen Fundstätten bekannt geworden ist, fährt man in etwa einer Stunde nach dem Hauptorte des Vezèretales, Les Eyzies, in dessen Nähe sich die berühmten Fundorte und Grotten der Dordogne befinden. Auch wenn man von denselben keine Kenntnis hätte, so müßte die Landschaft des Vezèretales auf jeden Menschen, welcher einigermaßen Sinn für Naturschönheiten besitzt, einen unauslöschlichen Zauber ausüben. Ohne eine Spur von Großartigkeit, besitzt das stille Tal einen intimen Reiz des süßesten Friedens — und einer Nervenberuhigung, welche die Sorge aufkommen läßt, — es möchte hier einmal eine Nervenheilanstalt entstehen, wozu die Gefahr naheläge, wenn das Terrain sich in Deutschland befände.

Dieser eigentümliche Eindruck wird durch die Talwände hervorgerufen, welche von niedrigen und fast durchweg überhangenden Kalkfelsen gebildet werden. Das graue Steinmaterial, der Kreideformation angehörig, ist ungemein weich und plastisch. Offenbar haben die Schmelzwasser der lokalen Vergletscherung des Zentralplateaus die Felsen unterwaschen und zugleich die Grotten ausgehöhlt, an denen die ganze Gegend reich ist. Die modernen Wasserläufe stehen in gar keinem Verhältnis zur Ausdehnung der Täler.

Bei Les Eyzies mündet, von Osten kommend, ein kleiner Bach, die Beune, in die Vezère. Den Seitenverzweigungen des Beunetales gehören die in Rede stehenden Grotten an, die von Combarelles etwas weiter aufwärts gelegen als die von Font de Gaume.

„Im Vezèretal selbst aufwärts von Les Eyzies in wenigen Stunden zu erreichen liegen die berühmten Stationen von Le Moustier und La Madeleine, Halbgrotten oder Schutzdächer (abri der Franzosen), wo am Fuße der Felsen trotz der wiederholten Grabungen noch heute eine Masse von Feuersteinartefakten mit Knochen diluvialer Säugetiere gemischt liegen. In unmittelbarer Nähe von Les Eyzies befinden sich die Fundstellen von Laugerie-haute und Laugerie-basse. An letzteren Punkten sind Stücke der überhängenden Felsen herabgestürzt und haben durch ihren Druck die Erdmassen in jene feste Breccie verwandelt, von welcher man herausgeschälte Blöcke in den Museen von Paris, im Jardin des plantes und in St. Germain findet, eine Masse, welche im bunten Durcheinander Fragmente diluvialer Säugetierknochen und Feuersteinmesser enthält."

Nachdem Professor Klaatsch in dem Gasthause, das sich Les Eyzies gegenüber an der Stelle des einstmaligen Fundortes von Cro-Magnon befindet, Aufenthalt genommen, begann er teils unter Führung seines kundigen Wirtes, teils in Begleitung Mr. Peyronis, des Lehrers in Les Eyzies, dessen Liebenswürdigkeit und wissenschaftliches Verständnis er rühmend hervorhebt, die denkwürdigen Fundstätten zu besuchen. Zu Cro-Magnon selbst wurden Ende der Sechzigerjahre beim Bau der Eisenbahn die berühmten Schädel und Stücke von sieben Skeletten gefunden, die anatomisch sehr merkwürdig und von den späteren Typen abweichend sind; von ihnen haben diejenigen des „Alten von Cro-Magnon" und einer Frau zur Aufstellung der paläolithischen Rasse von Cro-Magnon geführt. Klaatsch hält die Bedenken, welche gegen diese vollkommen in der alten Kulturschicht gefundenen Skelette bezüglich der Lagerung und des Alters erhoben worden sind, für viel weniger begründet als diejenigen bezüglich des Lessetales.

Der Besuch der beiden paläolithischen Bildergalerien bietet manches Eigentümliche und fordert einige körperliche Anstrengungen. Der Eingang zur Grotte von Combarelles, welche nur Zeichnungen und Ritzungen enthält, ist von einem kleinen Bauernhause eingenommen, und der Anfang der Grotte wird als Hühnerstall benützt; doch hindert eine wohlverschlossene Tür das Eindringen der Tiere sowie sonstiger ungebetener Gäste in das Heiligtum der Höhle selbst, die etwa 250 Meter lang ist. Nur die zweiten 100 Meter weisen Bilder an den Wänden auf.

Der Boden der Grotte ist mit Kalksintermassen bedeckt, durch welche die Höhlung an vielen Stellen wohl die Hälfte ihres ursprünglichen Raumes eingebüßt hat. Das ist wichtig für die Entstehungsgeschichte der Zeichnungen, deren Hersteller wir uns doch in aufrechter Haltung bei ihrer Arbeit denken müssen, während der moderne Besucher weite Strecken auf allen vieren kriechend zurücklegen muß. An das Erkennen der Zeichnungen muß sich das Auge erst gewöhnen. Nur wenn das Licht von links einfällt, tritt die Plastik der Tierfiguren hervor, in dieser Weise also hat auch die Belichtung der Wände stattgefunden, als der primitive Künstler seinen Feuersteingriffel in die Kalkwände senkte, um die Umrisse herauszugraben. Professor Klaatsch erkannte deutlich eine Anzahl der von Capitan erwähnten Bilder, darunter deutlich mehrere Mammuts. Am besten sind unstreitig die Pferde ausgefallen, sodann die Antilopen. Sonderbar ist der Mangel an guten menschlichen Darstellungen.

Die Grotte von Combarelles wird in ihrem Eindruck übertroffen von derjenigen von Font de Gaume, für welche die Anwendung des scherzhaft gebrauchten Namens eines Louvre paléolithique in der Tat einige Berechtigung besitzt. „Es dämmerte bereits, erzählt Professor Klaatsch, „als ich, Mr. Peyroni folgend, die rechtseitige Felswand des Nebentälchens der Beune emporstieg. Etwa 20 Meter über der Talsohle liegt die Öffnung, vor welcher ein flacher Felsblock den Eindruck erweckt, als habe er als eine Art von Tisch gedient. Der anfangs sehr weite Eingang, von dessen Decke Stalagmiten herabhängen, verengert sich und der Eintritt zum eigentlichen Kunstraum muß durch eine Art von Spalte erzwungen werden, welche nicht höher als 70 Zentimeter ist. Bei dem Schein der Kerze erkennt man zunächst nichts von den Bildern. Man begreift, daß schon oft Menschen in diesen Raum eingedrungen sind, ohne die Gemälde zu entdecken. Leuchtet man näher an die Wände, so gewahrt man große braune Flecken, welche alsbald sich zu tierischen Gestalten, fast durchweg Wisents (49 an Zahl!), verdichten. Der Raum, dessen Wände mit den Malereien bedeckt sind, ist nur 3—5 Meter hoch und die Wände stehen an den breitesten Stellen wohl nicht mehr als 2 Meter voneinander. Die Tierbilder sind eine Kombination von Einritzung und Malerei; die Umrisse und viele Einzelheiten der Köpfe sind eingegraben in den Fels, ähnlich, aber meist tiefer als in der Grotte von Combarelles und wiederum so, daß das Licht als von links einfallend angenommen werden muß. Die Hauptmasse des Tierkörpers ist mit braunroter Farbe (Ockererde) angelegt, die Umrisse schwarz (Manganschwarz). Die Benützung der Unebenheiten der Wandung zur Darstellung der Tierkörper (s. Jahrbuch I, S. 271) finde ich vollkommen bestätigt. Am interessantesten ist eine Ecke, in welcher etwa in der Höhe von 1 Meter über dem Boden eine horizontale Fläche gebildet ist, welche die untere Begrenzung einer Nische abgibt. Dieser Horizont ist als Rasenfläche benützt worden, auf welcher die weidenden Tiere stehen. Eine Menge von Strichen, welche die Tierkörper kreuzen, deuten den Graswuchs an. Die Tiere sind einander zum Teil überdeckend dargestellt, wie sie sich auf der Weide präsentieren."

In Font de Gaume tritt das Mammut ganz zurück gegen den Wisent. Die zahlreichen sorgfältigen Darstellungen dieses Tieres in den verschiedenen Stellungen zeigen, welche Rolle in dem

Leben jener Menschen die Herden der gewaltigen Wiederkäuer gespielt haben. Neben dem Wisent ist das Rind deutlich erkennbar. Als eine der hervorragendsten Leistungen ist die Gruppe der beiden kämpfenden (?) oder weidenden Renntiere zu betrachten; man kann sich keinen Begriff von der Feinheit und Vollendung machen, womit das Gesicht dieser Tiere eingegraben worden ist. Daß die zeltartigen Zeichnungen die Hütten der Magdalenienmenschen darstellen, kann nicht bezweifelt werden. Diese Wahrnehmung ist wohl geeignet, den alten Irrtum zu beseitigen, als hätten jene Menschen lediglich in Höhlen gewohnt. Die Verschiedenheit der Tierwelt spricht ebenso wie die der Technik für die von Capitan vertretene Meinung, daß die Grotte von Combarelles älter ist als die von Font de Gaume; beide aber gehören in die Magdalenienperiode, also gegen das Ende der Eiszeit oder in die Postglazialzeit.

Die schon 1894 von E. Rivière ebenfalls im Vezèretal entdeckte bemalte Grotte La Mouthe (s. Jahrbuch I, S. 270) konnte Professor Klaatsch leider nicht sehen, da sich der Schlüssel in Paris befand; der Entdecker hatte sie verschließen lassen, wie Massenat meint, damit niemand ihm das Irrtümliche der Gemälde nachweisen könne. Dagegen konnte er seine Eindrücke durch einen Ausflug nach den Fundstätten von Le Moustier und La Madeleine vervollständigen.

„Man fährt von Les Eyzies auf die Höhe des Plateaus, auf dem sich einst die Wisentherden tummelten, die den Paläolithikern als Beute und Modell dienten. Beim Anblick der paar Rinder, die jetzt dort weiden, kann man sich des Bedauerns über das Hinschwinden der reichen Säugetierwelt nicht enthalten, an deren Vernichtung der Mensch wohl mehr Anteil hat als die klimatischen Veränderungen. Zu einer Idee darüber, wie der Mensch der damaligen Zeit im stande war, mit geringen Hilfsmitteln Herr der gewaltigen Tiere zu werden, gelangte ich durch ein Gespräch mit einem Kollegen aus Paris, Dr. Berne, den ich an der Stelle von Laugerie-basse traf. Er machte mich mit Recht darauf aufmerksam, wie günstig die ganze Gestaltung des Tales als Jagdterrain sei. Das Plateau bricht am Rande an vielen Stellen so scharf ab, daß es ein leichtes sein mußte, Tierherden an den überhängenden Wänden zum Absturz ins Tal zu bringen, wo die Tötung und sofortige Verarbeitung der Opfer vollzogen wurde. Diese primitive Art zu jagen — vielleicht namentlich in der Dunkelheit mit Hilfe von Feuerbränden — mag in der älteren Steinzeit eine allgemeine Rolle gespielt haben; der Mensch hat sie von den Raubtieren selbst gelernt, besonders von den Hyänen. Aus solcher Jagd erklärt sich die massenhafte Anhäufung diluvialer Säugetierknochen an manchen Stellen. Für den Fels von Solutré und die Entstehung des Magma (Breies) von Pferdeknochen an seinem Fuße nahm man schon lange eine derartige Erklärungsweise an; vielleicht wird die Bevorzugung des Vezèretales vor anderen Gegenden aus der Talbildung verständlich, desgleichen die Eigentümlichkeiten mancher ‚Stationen', an denen man noch heute selbst an Stellen, die wiederholt umgegraben sind, außer den massenhaften Tierknochen auch Feuerstein-Artefakte in Menge finden kann." Professor Klaatsch sammelte eine ganze Menge derselben an den verschiedenen Orten des Tales und kam auf Grund dieser Funde sowie seiner Studien in Brüssel und Paris dazu, die ursprünglich von Mortillet aufgestellte, in Frankreich noch sehr großer Achtung genießende Klassifikation der Steinzeit nach den Werkzeugen anzuzweifeln. Mortillet wollte auf jeden Feuersteinwerkzeug-Typus, z. B. von Moustier, von Solutré, von Madeleine, eine Periode begründen in dem Sinne, als hätten die Menschen eine lange Zeit hindurch keine andere Form von Feuersteinmessern gekannt als eben die von Moustier oder von Madeleine. Über diese Einteilung der Steinzeit, die für Deutschland gar nicht passen wollte und z. B. bei dem berühmten altsteinzeitlichen Fundort von Taubach unweit Weimar gänzlich versagte, ins reine zu kommen, war ein Hauptzweck der Reise Professor Klaatsch'. Zu diesem Zwecke besuchte er nicht nur die großen Sammlungen primitiver Feuerstein-Artefakte in Paris und anderen Orten, sondern auch die als klassisch geltenden Fundorte, unter denen besonders das Dörfchen Chelles bei Paris berühmt geworden ist. Zu welchen Anschauungen er dabei gelangte, namentlich hinsichtlich des Vorkommens des Menschen in Europa während der Tertiärzeit, soll in einem besonderen Abschnitt dargestellt werden. Hier nur noch einige Worte über seinen zweimaligen Aufenthalt in Chelles.

Die großen Kiesbrüche bei diesem Dorfe sind neben denen von St. Acheul im Sommetal die ersten wichtigen Fundstätten geworden, an denen die Knochenreste der diluvialen Säugetierwelt zusammen mit Feuerstein-Artefakten zu Tage gefördert wurden. Noch heute liefern sie reiche Ausbeute. Als Klaatsch im Juli dort war, war gerade ein mächtiger Stoßzahn von Elephas antiquus (Urelefant) zum Vorschein gekommen. Die Arbeiter sammeln und verkaufen die Zähne von Rhinozeros, Pferd, Hirsch u. s. w., sowie die Steininstrumente, welche als Chelléen-Typus weltbekannt geworden sind. (s. Abb.) Es sind die bekannten, bis zu 10 Zentimetern und darüber langen, mandelförmigen Gebilde, deren eines Ende zugespitzt, das gegenüberliegende meist abgestumpft ist. Die Kanten und Flächen sind überall mit den muscheligen Ausbruchstellen versehen, welche durch Schlag hervorgebracht sind. Der »coup de poing« von Chelles ist also ohne weiteres als ein absichtlich hergestelltes Instrument deutlich erkennbar; es ist eine Art Universalinstrument, denn es war zum Schneiden, Sägen, Kratzen, Schlagen und Stoßen zu gebrauchen. Dieses Instrument galt bis vor kurzem als das einzige in den Geröllmassen von Chelles vorkommende; nach diesem Typus machte Mortillet die Époque chelléenne und war der Meinung, daß tatsächlich die Menschheit in dieser Epoche lediglich dies eine Instrument besessen habe und in Ermanglung von anderen nicht in der Lage gewesen sei, Felle zu bearbeiten; jener Mensch sei also ohne Zweifel gänzlich nackt gewesen. Nachdem Professor Klaatsch in Brüssel ganz neue Gesichts-

punkte zur Beurteilung dieser Frage gewonnen, besuchte er im September des Jahres Paris und die Fundorte der Umgegend abermals und sammelte nun in Chelles und verschiedenen anderen Gruben eine ganze Anzahl von Instrumenten, die weit primitiver als die bekannten Chelléenmesser sind und die er, wenn sie ihm bei seinem ersten Besuche in die Hand gefallen wären, wahrscheinlich weggeworfen hätte, als „nicht typisch". So hinderlich können vorgefaßte Meinungen, voreilig aufgebaute Theorien dem Studium des Tatsächlichen werden. Man hat für diese primitivsten, nur teilweise bearbeiteten Werkzeuge die Bezeichnung Eolithen, früheste Steininstrumente, gewählt; manche von ihnen verraten nur dem kundigen Auge die absichtliche Bearbeitung; bei anderen ist überhaupt keine Bearbeitung, sondern nur eine durch ihre Handhabung als Werkzeug hervorgebrachte Abnutzung ersichtlich.



Primitive Feuerstein-Werkzeuge. (Nach der „Zeitschrift für Ethnologie".)

Der Tertiärmensch und sein Werkzeug.

„Solange die Anschauungen über die Vorgeschichte des Menschengeschlechtes noch wenig geklärt waren, hatte die Nachforschung nach seinen Spuren in der Tertiärzeit etwas sehr Mißliches. Der Tertiärmensch war in den Augen der hyperexakten Gelehrten zu einem Gespenst geworden, mit dem man sich nur ungern abgab. Heute liegen die Fragestellungen ganz anders. Es ist nur noch die Frage berechtigt, ob der selbstverständlich im Tertiär vorhandene Ahne unseres Geschlechtes be-

reits die Merkmale erworben hatte, welche uns dazu berechtigen, ihm das Prädikat „Mensch“ zu geben. Professor Klaatsch ist der Meinung, daß diese Frage bejaht werden muß; im Miozän, der zweiten Periode der Tertiärzeit, waren die Menschenaffen anatomisch schon vollständig in ihre spezielle einseitige Entwicklungsbahn hineingeraten, der Menschenzweig muß also schon damals selbständig dagestanden sein.

Damit ist freilich noch nicht entschieden, ob der Mensch, der sich zu Beginn des Diluviums schon über unseren Erdteil ausgebreitet hatte, auch während des Tertiärs, wenigstens gegen das Ende desselben, schon in Europa vorhanden war. Das läßt sich nur durch Auffinden irgend welcher Reste oder Werkzeuge von ihm in unberührten sicher tertiären Schichten nachweisen. Das Suchen nach Steinartefakten aus dem Pliozän, der jüngsten Tertiärschicht, trägt also gar nicht jenen abenteuerlichen Charakter, welchen man noch bis vor kurzem solchen Bestrebungen angedichtet hat.

Der belgische Forscher Rutot und schon Jahrzehnte vor ihm andere Prähistoriker haben in den ältesten Schichten des Diluviums ganz roh zubehauene Kieselstücke einfachster Art gefunden, bestehend in Stücken oder Splittern von Feuersteinknollen, an deren natürlicher Form von Menschenhand nur wenig geändert ist. Hauptsächlich hat der Rand der Feuersteinbruchflächen eine „Schartung“ durch künstliche Auskerbung erfahren. Diese „Eolithen“ versetzen uns in ihren rohesten Formen an die unterste Grenze der Feuersteintechnik, in jenes Stadium der Entwicklung menschlicher Kultur, auf welchem von einer zielbewußten Anfertigung bestimmter Formen von Instrumenten noch nicht die Rede sein kann. Ein derartiger Anfangszustand muß vorausgesetzt werden, ja für die ersten Stufen der Heranbildung des Menschengeschlechtes wird die Benützung von Steinen ohne jegliche Zurichtung anzunehmen sein, vielleicht als ein Erbteil von den Primatenahnen her, welche dem Menschen und Affen gemeinsam waren.

„Gleichviel,“ sagt Schweinfurth, „ob der Urmensch von Hause aus auf animalische oder auf pflanzliche Nahrung angewiesen war, immer wird sich bei der Ernährung das Unzulängliche seines Gebisses und seiner Nägel fühlbar gemacht haben. Diese zu bewaffnen, darum handelte es sich zunächst, wollte er anders sein Dasein bequemer gestalten und zu seiner Ernährung immer weitere Kreise der organisierten Natur heranziehen. Als Klopfer zu verwendende Steine, wie solche zum Öffnen harter Früchte oder deren Steinkerne notwendig waren, ließen sich fast überall ohne Betätigung irgend welcher Kunstfertigkeit ausfindig machen. Ich selbst habe im Jahre 1891 in einer Talwaldung bei Keren (Kolonie Eritrea) Paviane beim Aufknacken der sehr harten Kerne von Sclerocarya Birrea (die ein sehr wohlschmeckendes Fruchtfleisch besitzen) überrascht und das mit dem Steinklopfer erzielte Ergebnis ihrer manuellen Hammerarbeit in der Früchtesammlung des Berliner botanischen Museums niedergelegt. Nachdem der Mensch Kiesel zu schlagen gelernt hatte, wird er mit den nach eigenem Belieben geformten Sprengstücken um so erfolgreicher diesem sehr wichtigen Geschäft des Kern- und Fruchtaufklopfens obgelegen haben. Die bisher als die früheste Form der Steinwerkzeuge von beabsichtigter Gestaltung angesehenen »coups de poing«, die Faustschlegel, mögen, bevor sie zum Universalinstrument der frühesten beziehungsweise zweitältesten Steinzeitepoche wurden, anfänglich in erster Linie für das Öffnen und Aufschlagen von harten Früchten bestimmt gewesen sein. Allerdings mögen sie dem Urmenschen ebensogut zum Wurzelgraben geeignet erschienen sein.“ Während bei den Affen die Steinbenützung infolge der Rückbildung des Daumens keine wesentlichen Fortschritte machen konnte, führte sie beim Menschen zunächst zu einer Auslese der geeignetesten Stücke und dann zu einer besonderen Herrichtung derselben.

Schon mehrfach wird sich dem Leser die Frage aufgedrängt haben: Ist es denn möglich, ein Kieselstück, welches Menschenhand irgendwie bearbeitet hat, von einem durch irgend welche Naturkräfte verunstalteten oder umgestalteten sicher zu unterscheiden?

Diese Frage, von deren bejahender oder verneinender Beantwortung sehr viel abhängt, ist gegenwärtig ziemlich sicher entschieden. Die Benützung des von der Natur gelieferten rohen Steinmaterials kann eine zweifache sein. Einmal wird ein Knollen oder Stück oder ein natürlich entstandenes Spaltprodukt in ein Werkzeug umgestaltet, indem es am Rande mit Retouchen versehen wird. Dann aber kann auch ein Feuersteinstück, behufs Herstellung von Splittern oder éclats, die erst in Werkzeuge verwandelt werden sollen, gespalten werden, und zwar durch Schlagen auf eine bestimmte Stelle. Dann lösen sich von der Muttersubstanz (dem Nukleus) die Bruchstücke allseitig wie die Blätter einer Zwiebel ab, wobei jede abgeschlagene Lamelle unweit der Stelle, wo der Schlag auftraf, auf der natürlichen glatten Muschel-Bruchfläche eine rundliche Erhebung zeigt, die man als bulbe de percussion (auch conchoide) bezeichnet. Kein anderes Merkmal hat so wie diese Schlagmarke Bedeutung erlangt für die Entscheidung der Frage, ob ein Feuersteinstück durch Bearbeitung von Menschenhand oder durch natürliche Ursachen zu seiner gegenwärtigen Form gelangt sei. Solche Lamelle braucht keine einzige Retouche zu zeigen und wird dennoch als Kunsterzeugnis nicht angezweifelt.

Anders stand es bisher mit den zuerst erwähnten, teilweise bearbeiteten natürlichen Feuersteinstücken, den sogenannten „Eolithen“. Die Überzeugung, daß auch sie von der Natur nicht vorgetäuscht werden können, ist nicht so allgemein, und doch sind sie es gerade, auf welche sich die Existenz des Tertiärmenschen stützt. Wenn solche Eolithen (Frühsteine) an einer Stelle massenhaft aufgefunden werden, so läßt man sie schon als Zeugnisse für die ehemalige Gegenwart der Menschen gelten. Einzelfunde aber blieben stets dem Verdachte ausgesetzt, durch irgend welche Kräfte der Natur entstanden zu sein.

Zur Entscheidung dieser Frage fand im März 1905 eine Konferenz von Mitgliedern der Berliner Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und

Urgeschichte statt.[1]) Hier führte zunächst der Konservator Eduard Krause vom Museum für Völkerkunde den Erschienenen die Entstehung der von Menschenhand erzeugten Retouchen vor. Günstige Gelegenheit, solche Arbeiten genau kennen zu lernen, hatten ihm nach jahrelangen eigenen Versuchen die Besuche mehrerer Indianertruppen, von Eskimos und eine Truppe von Peschcrähs gegeben. Bei ersteren beobachtete er das Schlagen des Feuersteins; letztere, die Feuerländer, 1881 im Zoologischen Garten zu Berlin, verfertigten aus dem Glase zerbrochener Flaschen und Bierseidel Pfeilspitzen in nach Form und Bearbeitung sehr geschickter Weise.

Die Bearbeitung geschah folgendermaßen: Der Arbeiter schlug und brach das Stück Glas ungefähr in die Form der Pfeilspitze, zuletzt mit Zuhilfenahme der Zähne. Dann begann das Abquetschen oder Abdrücken feiner Lamellen, um an den Pfeil- oder Lanzenspitzen zunächst die beiden Schneiden herzustellen und sie dann in die für das Befestigen am Schaft geeignete Form zu bringen. Diese Arbeit wurde mit einem Stabe aus Walknochen vorgenommen. Es mag sonderbar klingen, daß Glas oder der harte Feuerstein — auch letzteren konnten sie benützen — mit dem viel weicheren Knochen bearbeitet wird. In der durch eine Decke geschützten linken Hand hält der Arbeiter den Stein. Der stumpfe Knochen — es kann auch ein Stück Renntierhorn, fossiles Elfenbein oder Ähnliches sein — wird mit dem Arbeitsende auf die Kante des Steines, von der Splitter abgedrückt werden sollen, fest aufgesetzt und nun nach unten gedrückt. Dabei darf der Knochen keineswegs hart und spröde sein. Wenn er trocken ist, muß er vor dem Versuch einige Zeit in Wasser eingeweicht werden; sonst rutscht er von dem Stein ab, während in den weichen Knochen der Steinrand sich etwas, wenn auch nur minimal, eindrückt und so der Knochen für seinen Druck am Steine Halt findet. Sogar mit hartem Holz lassen sich auf diese Weise von Glas Lamellen abspleißen.

In der Konferenz konnte Herr Krause von Feuerstein bis zu 8 Millimetern lange Spleiße, von Fensterglas sogar solche von 2½ Zentimeter Länge abdrücken, die Längen in der Druckrichtung gemessen. Nachdem so die Teilnehmer genaue Bilder der durch Menschenhand geschlagenen und der durch Abquetschung entstandenen, sogenannten retouchierten Kanten bearbeiteter Feuersteine in sich aufgenommen, wurden die von Professor Klaatsch und Dr. Hahne vorgelegten Fundstücke besichtigt. Herr Krause erkannte von den Stücken, die ihm nach den verschiedensten Fundorten und den verschiedensten Formen und Zeitaltern vermischt nach und nach, und zwar wiederholt dieselben ohne sein Bemerken wieder daruntergemischt, gereicht wurden, die für bearbeitet erklärten immer wieder als solche an. Darunter befanden sich auch solche, die der Tertiärzeit angehören, und von ihnen bezeichnete auch später ein hervorragender Ingenieur, C. Giebeler, also ein Fachmann in der Beurteilung von Werkzeugen, mehrere als zweifellos bearbeitet und als Werkzeuge.

[1]) Zeitschrift für Ethnologie, 35. Jahrgang, Heft IV.

„Sobald aber", schreibt E. Krause, „an der Form eines Steines die Absicht zu erkennen ist, daß er als Gerät für eine bestimmte Arbeit dienen soll, also als ausgesprochenes Werkzeug, und sobald Abspleißungen an ihm zu finden sind, die ihn zu diesem Zwecke geeigneter machen, muß man anerkennen, daß ein von Menschenhand bearbeiteter Stein vorliegt. Um so mehr muß man dies anerkennen, wenn Reihen desselben Typus vorhanden sind und jedes einzelne Stück eine dem Zweck entsprechende systematische Bearbeitung zeigt. Vollständig überzeugend aber muß die Wiederkehr derselben, ganz ähnlich bearbeiteten Form an verschiedenen Fundorten und in weit voneinander liegenden Zeiten wirken." Die Abbildungen, welche er an dem angegebenen Orte (S. 544) gibt, wirken in der Tat überzeugend. Überall sehen wir an Werkzeugen verschiedener Größe und verschiedenen Umrisses eine Spitze und beiderseits von ihr durch Abquetschung retouchierte Kanten herausgearbeitet, Einbuchtungen, die als Schaber zum Abrunden und Glätten von hölzernen und knöchernen Pfeilschäften, Pfeil- und Harpunenspitzen u. s. w. sehr geeignet erscheinen. Die Annahme, daß dergleichen Abspleißungsspuren am Stein auch anders als durch Menschenhand, durch Einwirkung natürlicher Einflüsse, entstehen können, wird von Krause ausführlich widerlegt.

Auf der 34. Versammlung deutscher Anthropologen zu Worms, August 1903, behandelte Professor Klaatsch das Problem dieser primitiven Silexartefakte vor einem großen Kreise von Forschern. Er selbst hat, nachdem er sie in den Diluvialschichten bei Paris und andernorts weitverbreitet gefunden, auch das norddeutsche Diluvium der Umgegend Berlins daraufhin geprüft und es gelang ihm, sie in den Kiesbrüchen von Britz, den von fließenden Eiszeitgewässern abgesetzten Sanden von Rüdersdorf und in der Umgebung Magdeburgs nachzuweisen. Hieraus ergibt sich, daß der Mensch schon während der Eiszeit nicht nur an der berühmten Fundstätte zu Taubach bei Oberweimar, sondern viel weiter im norddeutschen Flachlande verbreitet war. Sein Vorkommen zur Diluvialzeit in England, Frankreich und südlicheren Gegenden, z. B. in Ägypten, von wo Schweinfurth neuerdings mit einer riesigen Ausbeute an paläolithischen Werkzeugen heimgekehrt ist,[1]) genügt allein schon, um die Ausbreitung des Menschen von seiner Urheimat aus in viel frühere Perioden als die jüngste und mittlere Tertiärzeit zurückzuverlegen. Damals lebte er höchstwahrscheinlich schon in Europa.

Die Ahnentafel des Menschengeschlechtes.

Die im I. Jahrbuch (S. 250) dargelegte Hypothese Dr. O. Schoetensacks, daß der Erdteil Australien wahrscheinlich für die Herausbildung des Menschen aus einer niedriger stehenden Primatenform eine große Bedeutung besitze, hat, wie zu erwarten, neben großem Beifall

[1]) Der paläolithische Mensch in Ägypten, Zeitschrift der Ges. für Erdkunde, Berlin 1902, Nr. 8.

und mehrfacher Zustimmung auch starke Bekämpfung erfahren. Professor Klaatsch hat diese Annahme in dem von ihm bearbeiteten Abschnitte „Die Entwicklung des Menschengeschlechtes" des prachtvollen Sammelwerkes „Weltall und Menschheit"[1]) zu der seinigen gemacht, zum großen Verdrusse Dr. L. Wilsers, der ihm vorhält, daß in einem Werke, das in weiten Kreisen gebildeter, aber nicht sachkundiger Leser Belehrung und Aufklärung verbreiten will, nur sichere Errungenschaften der Wissenschaft, nicht anfechtbare und angefochtene, unbeweisbare und unbewiesene Hypothesen Aufnahme finden sollten.[2]) Wieviel würde da von Wilsers eigenen wissenschaftlichen Überzeugungen für das arme Publikum übrigbleiben! Warum so engherzig? Das Publikum hat einen großen Magen, kann viel Hypothesen vertragen; und daß ihre Hypothese mehr als eben Hypothese, daß sie schon eine wissenschaftlich unanfechtbare Tatsache sei, werden weder Klaatsch noch Schoetensack behaupten wollen. Wie anregend sie trotzdem ist, beweist der Umstand, daß sich sogar die französische Anthropologie in einem ihrer hervorragendsten Vertreter durch sie zu weiterem Verfolgen der Idee hat anregen lassen. Albert Gaudry hat im Anschluß an Dr. Schoetensacks Arbeit einen neuen Beitrag zur Herkunft des europäischen Menschen geliefert, in dem er etwa folgendes ausführt.[3])

Der Mensch der Eiszeit, der Zeitgenoß des Mammut und des Ren, hat in Europa einen Vorläufer gehabt, der sich angenehmerer Daseinsbedingungen erfreute, wenigstens hinsichtlich des Klimas. Denn das Chelléen, wie die Franzosen diese Epoche nennen, war ein mildes Zeitalter, das dem Flußpferde, einem dem indischen Nashorn nahestehenden Rhinozeros (Rh. Merckii) und dem vom indischen Elefanten kaum unterscheidbaren Elephas antiquus bei uns zu leben gestattete. Von wo sind nun die Menschen des Chelléen gekommen? Nachdem alle Spuren eines Menschen der Tertiärzeit sich als unzuverlässig und irrig erwiesen haben — was freilich wohl, wie aus dem vorhergehenden Abschnitt ersichtlich ist, nicht stimmen dürfte —, kann man kaum noch hoffen, den Ursprung ihrer Ahnen in Europa selbst zu entdecken. Unter Hinweis auf Schoetensacks geistreiche Arbeit wirft Gaudry die Frage auf, ob sie vielleicht einer anderen Hemisphäre entstammen. Bisher kannte man noch kein Skelett, das die Vermutung gestattete, daß der Mensch der europäischen Quartärzeit ein Abkömmling von Bewohnern südlicherer Gegenden sei. Erst die in der Grotte des Enfants gemachten Funde (s. Abb. Jahrb. I, S. 262) haben in dieser Hinsicht genauere Anhaltspunkte ergeben.

Das daselbst in $7^3/_4$ Meter Tiefe entdeckte Doppelbegräbnis eines jungen Menschen und einer älteren Frau, vielleicht seiner Mutter, hat einen neuen Menschentypus enthüllt, der sich durch seinen Prognathismus, d. h. durch vorspringende Kieferpartie des Gesichtes nebst schiefer Stellung der Zähne, den niederen Menschenrassen nähert, während die Stirnpartie derjenigen höherstehender Rassen ähnelt. Gaudry hat es unternommen, die Bezahnung des Menschen aus dem Doppelgrabe zu untersuchen; sie unterscheidet sich von der des gegenwärtigen Europäers ebenso sehr, wie sie der des Australiers ähnelt. Die Kinnbackenbogen sind stark nach vorn verlängert, die Zähne, deren Bau große Unterschiede von denen des modernen Franzosen aufweist, sind beträchtlich größer als die des letzteren, wie denn überhaupt mit der höheren Stellung der Rasse die Zahngröße im Verhältnis zum Schädelraum abzunehmen scheint. Die Kiefern und die Bezahnung des Australiers zeigen in allen Teilen große Ähnlichkeit mit denen des jungen Menschen aus der Grotte des Enfants. Merkwürdig ist bei den beiden letzteren auch das Zurücktreten respektive Fehlen des Kinnvorsprunges, während, wie Gaudry bemerkt, das, was man Galoschenkinn nennt, nicht etwa ein physiognomischer Fehler, sondern ein Zeichen höherer Rasse ist. Abbildungen zeigen, daß das Kinn eines Franzosen vorspringt, während das des Grottenmenschen und das einer jungen Australierin senkrecht abfällt. Beim Schimpansen tritt es sogar zurück.

Natürlich findet sich auch beim modernen Menschen bald das eine, bald ein anderes Charaktermerkmal uralter Ahnen, eine vorübergehende Wiederkehr von Merkmalen, die vordem während langer Perioden konstant gewesen sind. Kaum aber wird man Schädeln von gegenwärtigen Weißen begegnen, welche alle Charaktere des Australiers und des Mannes von Baoussé-Roussé (Grotte des Enfants) in sich vereinigen. Diese Merkmale beschreibt Gaudry zusammenfassend.

Die Kieferbogen der beiden Rassen bilden einen schmalen, ziemlich spitzen Winkel. Die Zähne sind größer als die des modernen Menschen; im Oberkiefer ist der vorletzte Backenzahn verlängert und der hinterste weniger verkümmert, im Unterkiefer finden wir den zweiten und dritten Mahlzahn gleichfalls verlängert und ihre Zahnhöcker stärker als gegenwärtig ausgebildet. Das Kinn steht senkrecht und springt nicht vor.

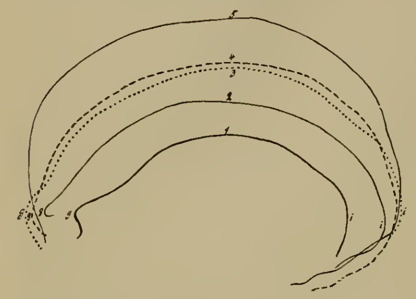
Sollte es anderen Beobachtern gelingen, ähnliche Tatsachen aufzufinden, so müßten wir annehmen, daß die Ahnen der gegenwärtigen Europäer Menschen niedriger Rassen, wie es etwa heute noch die Australier sind, gewesen seien. Auf den einen von ihm untersuchten Fall möchte Gaudry selbst noch keine unumstößlichen Schlußfolgerungen gebaut wissen.

Auf etwas breiterer Grundlage, auf der Vergleichung ganzer Schädel, soweit sie erhalten, aus der Primatenreihe vom javanischen Pithekanthropus bis zum modernen Engländer, baut ein anderer Forscher seine Schlüsse über die Verwandtschaftsverhältnisse des Menschen auf.

„Die Form des menschlichen Schädels ist der verläßlichste Beweis für die Rasse und ist deshalb von Wichtigkeit bei unseren Bestrebungen, die Stellung des Menschen in der Natur zu bestimmen. Die menschlichen Gesichtszüge, die Haarfarbe, die Augen und die Gestalt zusammen mit der Sprache

[1]) Deutsches Verlaghaus Bong & Co., 1902 und 1903.
[2]) Naturwissenschaftliche Wochenschrift II (1903), Nr. 43.
[3]) Contributions à l'histoire des hommes fossiles. L'Anthropologie, Tome XIV, Heft, 1 (1903).

und den Gewohnheiten eines Volkes sind beträchtlicher Veränderung unterworfen, da sie direkt berührt werden von dem Einfluß der natürlichen Auslese, der Erwerbung, des Klimas und der geographischen Lage. Aber die Form des Schädels wird nur verändert durch die Kreuzung verschiedener Menschenrassen, und wenn er auf diese Weise verändert wurde, hat er die Neigung, zu dem vorherrschenden Ahnentypus zurückzukehren. Zudem bestehen einige der ältesten menschlichen Überreste, die man bis jetzt entdeckt hat, aus Knochen, welche die Hirnschale bilden." Mit diesen Worten leitet N. C. Macnamara, Vizepräsident des Royal College of Surgeons von England, eine Arbeit über die aus der Schädelform herzuleitenden Beweise für die Stellung des Menschen in der Natur ein.[1])



Schädelumrisse vom Schimpansen bis zum modernen Europäer.
1 des Schimpansen, 2 des Pithekanthropus, 3 des Neandertalers, 4 des Australiers, 5 des modernen Engländers; in dem gleichen Größenverhältnis, g Glabella, i Inion.

Wir finden in dieser Arbeit zunächst den Schädel eines Anthropoiden, des Schimpansen, mit dem von Dubois entdeckten Javaschädel (Pithecanthropus erectus) verglichen, welch letzteren Macnamara für den frühesten bekannt gewordenen menschlichen Schädel hält. Beide, ausgeprägte Langschädel, zeigen sich so nahe miteinander verwandt, daß wir schließen, sie gehören zur gleichen Familie von Wesen. Aber der Javaschädel ist beträchtlich größer als der des erwachsenen Schimpansen. Während letzerer einen Schädelinhalt oder mit anderen Worten ein Volumen des Zentralnervensystems von 409 Kubikzentimetern (der Gorilla 530—550 Kubikzentimeter) besitzt, beträgt der des Pithekanthropus wahrscheinlich nicht weniger als 930, das ist mehr als das Doppelte, was einen günstigen Schluß auf seine geistige Begabung zuläßt.

Bis zur Entdeckung des Javaschädels waren die beiden Spy- und der Neandertalschädel die affenähnlichsten Formen menschlicher Schädel, die man kannte. Nach Professor Koenens erschöpfender Prüfung der geologischen Formationen, in denen der Neandertalschädel entdeckt wurde, stammt diese Gruppe aus der präglazialen Periode; es lebten während dieser Epoche Menschen im westlichen Europa, denn die von ihnen angefertigten Feuersteinwaffen wurden an verschiedenen Orten unseres Erdteils in Ablagerungen dieser Periode gefunden. Auch die Neandertalgruppe ist langschädelig, sonst aber besteht bis auf wenige Punkte ein beträchtlicher Unterschied zwischen ihr und dem Javaschädel. Hinsichtlich des Schädelinhalts, der bei den Neandertalern 1250 Kubikzentimeter beträgt, steht der Javaschädel letzteren näher als den größten lebenden Anthropoiden. Obwohl also ein großer Unterschied in der Konfiguration der Neandertalschädel und des Javaschädels besteht, so füllt doch letzterer, besonders in bezug auf seinen Inhalt, die weite Kluft aus, welche zwischen der Schädelform irgend eines anthropoiden Affen und der Neandertalmenschen-Gruppe bestand.

Letztere Gruppe lebte zur Prä-, vielleicht auch in einer Interglazialperiode. Welche Verwandtschaft haben ihre Schädel mit denen desjenigen Volkes, das unseren Weltteil während der weit entfernten Zeit bewohnte, als die hohen Kiesterrassen von den Flüssen gebildet wurden? Einige dieser Terrassen liegen um etwa 100 Fuß über dem Spiegel der Wasserläufe, von denen sie ursprünglich abgelagert wurden. Von den verschiedenen aus dieser Periode erhaltenen Schädeln benützt Macnamara zwei, den von Elliott auf Galley Hill entdeckten Schädel nebst einem, der aus einem Lager von Knochenbrei (Breccie) in Gibraltar erhoben wurde. Diese Gruppe erscheint infolge der großen Länge des Galley Hill-Schädels extrem langschädelig (dolichokephal), ihr Schädelinhalt kann infolge ihres verstümmelten Zustandes nicht genau bestimmt werden. Doch zeigen alle Schädelmaße (auf deren Angabe hier wegen der schwierig zu erklärenden Fachbenennungen verzichtet werden muß) eine enge Verwandtschaft im Schädelbau der Neandertaler und der Galley Hill-Gruppe. Einen Fortschritt zeigt letztere in der Entwicklung der Stirnregion.

Die Bewohner Westeuropas während des letzten Teiles der älteren Steinzeit (paläolithischen Zeit) waren Wilde von einem niederen Typus. Sie besaßen noch keine Kenntnis vom Gebrauche irgend eines Metalls und ihre Werkzeuge waren aus behauenen Steinen, Feuerstein, Knochen, Horn, wahrscheinlich auch Holz verfertigt. Es erhebt sich daher die Frage, ob sie in der Form ihrer Schädel solchen menschlichen Wesen ähnelten, die gegenwärtig in einem nahezu gleich wilden Zustande leben. Zur Vergleichung eignen sich, als zu der niedrigsten Klasse von Wilden in der Welt gehörend, die Eingeborenen von Australien. Seit der Zeit ihrer Ankunft in diesem Erdteil nur wenig in der Lage, sich mit anderen Rassen zu vermischen, sind sie eine fast reine Rasse, was auch, wie wir mit Grund annehmen können, bei den nacheiszeitlichen (postglazialen) Bewohnern Europas der Fall war. Ebenso verhält es sich mit den jetzt erloschenen Bewohnern der südlich von Australien liegenden Insel Tasmania, von der Macnamara 12 Schädel nebst 24 australischen (männlicher Erwachsener) zur Berechnung der Durchschnittsmaße benützte.

[1]) Archiv für Anthropologie, 48. Band, 3. und 4. Vierteljahrsheft, 1903.

Beim Vergleich dieser Schädel zeigte sich eine enge Verwandtschaft mit denen der vorhergehenden Gruppe; der durchschnittliche Schädelinhalt beträgt bei den Australiern 1232 Kubikmeter, so viel wie in der Neandertalgruppe, was der geistigen Befähigung letzterer kein schlechtes Zeugnis ausstellt. Von den Australiern bis zur Schädelform der Gegenwart ist ein gewaltiger Sprung. Als Vertreter der letzteren zieht Verfasser den Durchschnitt des vereinigten englischen und schottischen Volkes heran. Wir finden, daß sie eine mesokephale Rasse, eine Kreuzung zwischen einem lang- und einem breitschädeligen Volke sind. Ihre Schädelkapazität, 1677 Kubikzentimeter, hebt sie hoch über die Australier und die paläolithischen Gruppen hinaus; dennoch zeigt sich in der Konfiguration eine nahe Verwandtschaft zwischen den Schädeln der Engländer und denen der späteren Altsteinzeit oder ersten jüngeren Steinzeit sowie der Australier.

Macnamara erkennt auf Grund seiner Messungen in der Gestaltung und dem Inhalt des Schädels, besonders in der Stirnregion, eine ausgesprochene und deutlich fortschreitende Entwicklung zu einer höheren Klasse von Wesen. Diese Entwicklung war das Ergebnis — erstens von der angeborenen Fähigkeit des menschlichen Schädels, das Wachstum und die Spezialisierung des Zentralnervensystems zu gestatten, besonders in seiner vorderen, frontalen Gegend — zweitens von der Kreuzung zweier unterschiedener Menschenrassen, der langköpfigen mit einer breitköpfigen, deren Vertreter noch heute in den Lappen fortleben — drittens von der lange fortdauernden Einwirkung der geographischen und klimatischen Bedingungen, unter welchen der Mensch gelebt hat, verbunden mit dem Kampf um die Existenz, dem er unterworfen war infolge der Vermehrung des Menschengeschlechtes. Die Entwicklung des Menschen von der voreiszeitlichen Periode an bestand nicht so sehr in Veränderungen der Form seines Rumpfes oder seiner Glieder als vielmehr in Umbildung der Gestaltung und Kapazität seines Schädels und seines Gehirns.

Neuerdings sollen in Australien Spuren einer sehr frühen Anwesenheit des Menschen daselbst entdeckt sein. Dr. M. Alsberg legte auf der 75. Versammlung der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte zu Kassel Gipsabgüsse mit Eindrücken vor, die er als Fußspuren und Gesäßabdrücke des Menschen erklärt. Sie wurden aus einem Steinbruch unweit Warrnambool (Viktoria) aus 17 Meter Tiefe zu Tage gefördert. Auch Fußspuren von Vögeln, vielleicht Emus, sind auf dem Blocke sichtbar. Die Eindrücke können nur zu einer Zeit entstanden sein, als der Dünensand an dieser Stelle, die auch jetzt kaum $1^1/_2$ englische Meilen vom Strande entfernt liegt, noch weich war. Durch eine spätere Küstensenkung unter Wasser geführt, wurde der Dünensand durch Imprägnierung mit dem kohlensauren Kalke des Meerwassers zur Bildung von Sandstein befähigt. Einige der australischen Geologen bezeichnen den Warrnambool-Sandstein als nachtertiär; er wäre also, nach europäischer Benennung, dem ältesten Diluvium, vielleicht jedoch auch den pliozänen Ablagerungen Europas entsprechend.

Die Bedeutung dieser Funde für die menschliche Ahnentafel muß erst noch genauere Bearbeitung lehren; augenblicklich steht ihnen die Mehrzahl der Urgeschichtsforscher sehr zweifelnd oder ablehnend entgegen.

Neue Funde aus der älteren Steinzeit.

Den zahlreichen und wichtigen Entdeckungen aus der älteren Steinzeit, welche in West- und Zentraleuropa gemacht sind, hatte Südosteuropa und Rußland bis zum letzten Jahrzehnt wenig gegenüberzustellen. Seitdem aber haben die Urgeschichtsforscher sich auch hier die Sporen verdient und den paläolithischen Menschen aus Ton und Löß auferstehen lassen, ihn, seine Werke und seine Beutetiere.

Aus Rußland sind Reste des Menschen der älteren Steinzeit von mehr als zehn Fundstellen bekannt, die ältesten davon aus dem Weichseltal und der Ukraine. Letztere wurden von V. Chvoïka bei Ausgrabungen in der St. Cyrillstraße zu Kiew entdeckt. In etwa 20 Meter Tiefe, unter mächtigen Sand- und Lößschichten, fanden sich in einer grünlichgrauen Sandschicht, die auf blauem Tertiärton lagerte, gewaltige Mengen von Mammutknochen, untermischt mit Holzkohlen, kalzinierten Knochen und zugeschlagenen Feuersteinen von der paläolithischen Form, welche in Frankreich als Type magdalénien bezeichnet werden. Reste der alten Steinzeitjäger selbst wurden zwar nicht entdeckt, wohl aber mehrere von ihrer Hand bearbeitete Stoßzähne des Mammut. Es ist schwer, die Bedeutung der Einritzungen, von denen der eine Zahn beinahe ganz bedeckt ist, zu enträtseln; manche der geometrischen Linien zeigen auffallende Übereinstimmung mit französischen paläolithischen Knochenritzungen des Type magdalénien. Was die russischen Funde aber von den französischen unterscheidet, ist der Umstand, daß das Renntier in dem großen Knochenlager von Kiew und der Ukraine völlig fehlt. Auch die verwandten Knochenlager von Neu-Alexandrowsk (Weichseltal), Honzi, Kostenki (Ufer des Don) zeigen massenhaft das Mammut, paläolithisch zugeschlagene Feuersteine — aber keine Spur vom Renntier, das auch in Italien und Spanien fehlt. Aus der Lage der Altsteinzeitfunde in Rußland, die nur zum Teil in derselben Schicht wie die von Kiew, zum Teil in dem überlagernden Löß gefunden sind, zieht einer der dortigen Forscher den Schluß, daß dort der paläolithische Mensch im Westen früher erschien als im Osten; erst allmählich drang die Kultur von Westen und Süden nach Osten und Norden vor. Das spräche also auch wieder gegen die Herkunft des Altsteinzeitmenschen aus Asien.[1])

In welchen Mengen das Mammut, eines der Hauptjagdtiere des Menschen der älteren Steinzeit, in Osteuropa gelebt hat, beweisen die Funde von Dr. Martin Kříž in Mähren (Beiträge zur Kenntnis der Quartärzeit in Mähren. Steinitz, 1903). Bei

[1]) Globus, Band 83 (1903), Seite 36 und 292.

Predmost allein wurden die Reste von 96 Exemplaren aufgedeckt, als Ausbeute eines einzigen Lößhügels.

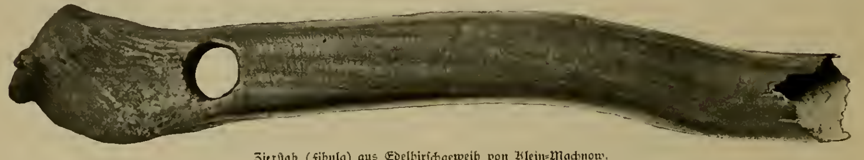
Über eine neu entdeckte Gemäldegrotte aus Südfrankreich berichtet nach den Angaben des Entdeckers, Professor Capitan in Paris, in der „Umschau" (1903, Nr. 30) Professor Klaatsch. Die am oberen Ende des Beunetales unweit des Städtchens Sarlat gelegene Höhle de Bernifal ist, da ihr ursprünglicher Zugang verschüttet ist, nur von oben durch Öffnungen in der Decke zugänglich. Sie setzt sich aus drei durch enge Gänge verbundenen Sälen zusammen, deren Decken mit den schönsten Tropfsteingebilden behängt sind. Auch die Wände haben großenteils einen Überzug von Tropfstein, der die Gemälde zum großen Teil bis zur Unkenntlichkeit verdeckt, wohl ein guter Beweis für die absolute Echtheit der Bilder. Die im zweiten Saale unter der dünnen, aber harten Stalagmitenschicht noch am besten kenntlichen Gemälde sind mit Hilfe spitzer Kieselinstrumente ziemlich tief in den Kalk eingegraben und befinden sich $^1/_2$ bis $1^1/_2$ Meter über dem jetzigen Boden der Grotte. Zwölf Figuren lassen sich ohne weiters erkennen, nur einige lassen die Verwendung von Farbe ersehen.

Das größte Interesse erwecken zwei Mammuts von äußerst charakteristischer Darstellung: die mächtige gewölbte Stirn, die Augen, Rüssel, Stoßzähne, alles deutlich, besonders vortrefflich auch die Wiedergabe der mächtigen Mähne, welche den Bauch bedeckt und auf die dicken Füße niederfällt. Deutlich sind ferner Pferde, nach Capitans Ansicht dem jetzigen wilden Pferde der mongolischen Wüste, dem „Kertag" (Urwildpferd, Equus Przewalskii) ähnlich. Diese Ähnlichkeit tritt übrigens an einer Zeichnung aus der Höhle von Combarelles (s. S. 240) weit schärfer hervor.

Außer einigen anderen Tierzeichnungen, Wisent, Antilope, Renntier, befinden sich auf den Wänden von Bernifal auch die merkwürdigen dreieckigen Figuren, die man schon in Combarelles und Font de Gaume erkannt hat. Capitan und Klaatsch erblicken in diesen Figuren die Darstellung menschlicher Behausungen, der ältesten bekannten „Hütten" unserer Vorfahren. Balken oder Baumstämme von verschiedener Anordnung geben das Grundgerüst. Gewöhnlich ist eine horizontale Balkenlage vorhanden, in deren Mitte senkrechte Balken stehen, und gegen diese Träger sind seitliche Balken gelehnt. Von dieser Grundform kommen auch Abweichungen vor.

Diese Hüttenfiguren sind häufig auf die Tierkörper, besser gesagt in ihre Umrisse hinein, gezeichnet, was kaum zufällig sein kann. Capitan hat den Gedanken geäußert, daß Versuche einer Besitzergreifung vorliegen und daß die Hüttenzeichen die Zugehörigkeit der betreffenden Tiere zu einem Stamme oder einer Familie ausdrücken sollten. „Haben nicht", sagt Klaatsch, „vielleicht die alten Dordogner mit dem Mammut in ähnlichen Beziehungen gestanden, wie die ältesten Kulturvölker des Ostens mit den dortigen Elefanten? Daß die Mammuts an Intelligenz ihren weniger behaarten Verwandten nachgestanden haben sollen — zu solcher Annahme liegt kein Grund vor. Inmitten einer beiden feindlichen Raubtierwelt konnten die beiden relativ intelligentesten Vertreter der Fauna — Mammut und Mensch — einander nützlich sein, und ohne daß wir direkt eine Domestikation des Mammut annehmen, ist es wohl erlaubt, den Gedanken zu erwägen, ob dies Tier dem paläolithischen Menschen nicht vielleicht mehr war als eine Jagdbeute." Daß der Mensch der älteren Steinzeit sich schon auf Zähmung verstand, beweisen die mehrfach mit Zaumzeug dargestellten Pferde der Grotten.

Für sehr geschraubt hält Professor Klaatsch die Vorstellung, daß die alten Vezère-Künstler durch ihre Zeichnungen eine Art von magischem Einfluß auf die Tierwelt hätten ausüben wollen. Ich kann ihm, da von derartigen Beeinflussungsversuchen mittels körperlicher Darstellungen zu viele Beispiele bei den heutigen Naturvölkern vorliegen, darin nicht beistimmen. Hamy, der diese Hypothese vertrat, wird von Salomon Reinach in einem kürzlich veröffentlichten Aufsatze über Kunst und Magie unterstützt.[1]



Zierstab (Fibula) aus Edelhirschgeweih von Klein-Machnow.

Unter Berufung auf die Bräuche primitiver Stämme, z. B. mancher australischer Clans, sucht Reinach wahrscheinlich zu machen, daß die Malereien und Gravierungen der Renntierzeit nicht einfach Spielereien, sondern religiösen und mystischen Charakters sind und dazu dienten, die dargestellten Wesen zu beeinflussen. Es handelte sich um Vervielfältigung des Wildes, das ihnen gewöhnlich als Nahrung diente; nur dieses, keins der ihnen feindlichen und gewiß von ihnen auch bekämpften Raubtiere ist dargestellt. Wie z. B. bei den Australiern solche Felsenzeichnungen in Gegenden verlegt sind, die für Weiber, Kinder und Uneingeweihte als durchaus verboten (tabu) gelten, so finden wir die steinzeitlichen Malereien nicht in den vorderen, dem Tageslicht erreichbaren, sondern in den hintersten, schwer zugänglichen Teilen der Höhlen.

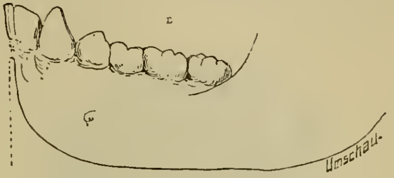
In der mystischen Idee der Beschwörung durch die Zeichnung oder das Relief, entsprechend derjenigen der Anrufung durch Worte, muß man den

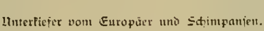
[1] L'Art et la Magie, in L'Anthropologie, Band 14 (1903), Nr. 3.

Ursprung der Kunstentwicklung in der Renntierperiode sehen, nicht im Luxus- oder Spielbedürfnis. Daneben kann für die Fortbildung der Steinzeitkunst der Nachahmungstrieb, die Lust sich zu schmücken, das Bedürfnis, Gedanken auszudrücken und sich gegenseitig mitzuteilen, immer noch eine Rolle gespielt haben.

Die sogenannten Kommandostäbe der Steinzeit, verzierte Knochengeräte, die weitverbreitet auftreten, hat man nacheinander als Waffen, Bogenspanner, Attribute der Häuptlingswürde, Renntiergeschirr, Jagdtrophäen, Gewandhalter (Fibula) angesprochen. Lanz-Liebenfels hat sie kürzlich






Unterkiefer vom Europäer und Schimpansen.

für Flechtrahmenwerk erklärt (Die Urgeschichte der Kunst. Politisch-Anthropologische Revue, II. Jahrgang, Nr. 2). Damit könnten nicht nur manche Zeichnungen auf früheren Kommandostäben, sondern auch die eingeritzten und durch rußgefärbtes Harz ausgefüllten Ornamente des Zierstabes, den man jüngst beim Graben des Teltow-Kanals in der Nähe Berlins (Klein-Machnow) gefunden hat, in Zusammenhang gebracht werden. Dr. O. Schoetensack, der diese Einritzungen genau untersucht hat,[1]) möchte einen Teil derselben für die Darstellung eines Stellnetzes halten, einen anderen für durch Zaunflechtwerk hergestellte Labyrinthe, einen dritten für komplizierter zusammengesetzte Zaun- und Reisigwände. Weshalb nun derartige Zeichnungen auf solchen hier aus Edelhirschgeweih, in paläolithischen Niederlassungen auch aus Renntierstangen hergestellten, an einem Ende durchlochten Geräten? Möglich, daß diese Zeichnungen nur den praktischen Zweck andeuten, dem die Stäbe dienten, möglich aber auch, daß sie, wie Reinach meint, bei den magischen Zeremonien eine Rolle gespielt haben, eine Rolle, die wir vielleicht niemals ergründen werden.

Während ganze derartige Fibeln nur vereinzelt vorkommen, finden sich die oberen durchbohrten Ringstücke viel häufiger, indem sie, als der schwächste Teil dieses Gerätes, am leichtesten ausbrachen und verloren gingen. „Da der untere Teil bisweilen in seiner ganzen Länge kunstvoll eingeritzte Tierzeichnungen aufwies, so konnte sich der Besitzer nicht so leicht von diesem trennen. Er führte denselben mit sich, auch wenn er ihn nicht mehr als Gewandhalter benützen konnte, aus reinem Vergnügen an dem darauf Dargestellten." Dr. O. Schoetensack erklärt die altsteinzeitliche Fibula gewissermaßen für ein „Leitfossil", ebenso geeignet, uns in der ältesten Chronologie zurecht zu helfen wie die Metallfibeln für gewisse vor- und frühgeschichtliche Perioden. „Es ist die Magdalenienperiode, der dieses eigenartige Gerät angehört." Auf Grund eines bei Munzingen (Freiburg i. B.) gefundenen Bruchstücks einer solchen Fibula weist er die Gleichzeitigkeit der dort während der Renntierzeit bewohnten menschlichen Niederlassung mit der paläolithischen Schicht von Thaingen (s. unten) und von Schweizersbild bei Schaffhausen nach.[1])

Zu dem im I. Jahrgang (S. 256) über die Funde des Diluvialmenschen von Krapina Gesagten folgen hier einige Abbildungen, welche uns die Bedeutung dieser Funde anschaulich vorführen. Betrachten wir zunächst die beiden Unterkiefer des heutigen Europäers und eines Schimpansen, so sehen wir an letzterem einen außerordentlich markanten Unterschied gegen den des Menschen: der Schimpanse hat kein Kinn. Dieses Zurücktreten des Unterkiefers ist ein Hauptmerkmal der diluvialen Schädel, des Neandertalschädels, der Kieferreste des Menschen von Krapina und anderer. „Dieses fliehende Kinn im Zusammenhang



Unterkiefer des Menschen von Krapina.

mit der Größe und massigen Beschaffenheit des Unterkiefers würde allein schon genügen, um die Neandertalrasse weitab von dem heutigen Menschen zu stellen. Man vergegenwärtige sich nur einmal solch ein großes, breites, grobknochiges Gesicht ohne Stirn, mit furchtbaren Augenwülsten, großem massigen Unterkiefer ohne Kinn, einer kurzen breiten Nase!"

Das Gebiß des Menschen von Krapina ist, wie schon die Gegenüberstellung eines seiner Mahlzähne mit dem entsprechenden eines Modernen zeigt, außerordentlich entwickelt. Alle Zähne haben, wie durch Röntgendurchleuchtung ermittelt ist, ungeheuer starke und lange Wurzeln, die vorderen Backenzähne noch sämtlich deren zwei, während sie bei uns meist nur noch eine einzige haben. Die

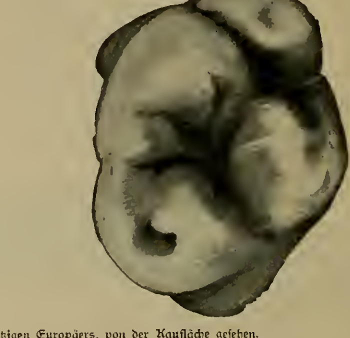
[1]) Globus, Band 84 (1903), Nr. 7.

[1]) Archiv für Anthropologie, Neue Folge, Bd. 1, Heft 2.

drei hintersten Mahlzähne nehmen der Größe und Dicke nach von vorn nach hinten zu, bei uns dagegen ab, wie der mehr oder minder verkümmerte Weisheitszahn zeigt. Ferner besaßen die Zähne des Diluvialmenschen, besonders diejenigen des Krapinamenschen, eine weit reichere Ausbildung der Schmelzfalten, die beim heutigen Menschen nur noch selten so auftritt. Dadurch und durch einige andere Merkmale erinnern diese Zähne lebhaft an diejenigen eines fossilen Menschenaffen, des schon erwähnten Dryopithekus aus dem schwäbischen Miozän. Derselbe dürfte dem mutmaßlichen Urmenschen sehr nahegestanden haben.

Aus der Kieferbildung der Diluvialmenschen lassen sich ziemlich sichere Schlüsse auf ihre Sprechfähigkeit ziehen. Die Muskeln, welche unsere Sprachwerkzeuge, besonders die Zunge, regieren, setzen sich an der Innenseite des Kinns an einer kleinen, zweispitzigen Knochenwucherung an; bei der Neandertalrasse findet sich hier eine kleine Grube anstatt der Spitze. Auch die streifen- und fächerförmigen Verdichtungen, welche das lockere innere Maschengewebe der Knochen da, wo Muskelzug oder Druck dauernd einwirkt, erleidet, sind an der Innenseite des Kinns bei der Diluvialrasse nur schwach, beim heutigen Menschen sehr stark entwickelt. Große, zungengeläufige Redner waren also jene Ureuropäer schwerlich.





Mahlzahn des Menschen von Krapina und des jetzigen Europäers, von der Kaufläche gesehen.

Neue Ausbeute aus paläolithischer Zeit hat auch das berühmte Keßlerloch bei Thaingen in der Schweiz ergeben. In der südlichen Öffnung dieser Grotte, deren Aufdeckung erst in der letzten Zeit zu Ende geführt ist, wurden weit über 2000 Fundstücke entdeckt, außer Massen von Werkzeugen auch kunstvolle Schnitzereien auf und aus Renntiergeweih. Ornamentale Darstellungen wechseln mit menschlichen und Tierfiguren ab. Die Tierwelt umfaßt Vertreter der Tundren- und Steppenfauna, keine Wald- und Haustiere. Auch Mammut, Nashorn und Höhlenlöwe waren vorhanden. Nach diesen Tieren und den Skulpturen und Zeichnungen scheint Keßlerloch weit älter als die weiteren in der Schweiz aufgedeckten diluvialen Wohnstätten zu sein. Daß der Mensch hier wirklich mit dem Mammut gleichzeitig lebte, beweist der Fund einer Feuerstätte mit angebrannten Mammutknochen. Menschliche Knochen pygmäenhafter Natur bestätigten das durch frühere Funde (Schweizersbild) festgestellte Vorkommen einer Pygmäenrasse in der Schweiz. Nach Professor Nuesch haben diese Grabungen folgendes erwiesen: Der Mensch lebte hier mit dem Mammut zusammen. Die paläolithische Zeit hat ungeheuer lange gedauert; Keßlerloch und Schweizersbild sind nacheiszeitlich und bilden ein Bindeglied zwischen den paläolithischen Stationen Frankreichs und Belgiens einer-, Schussenried und den mährischen Stationen anderseits. Keßlerloch hat einen weiteren Beweis für das Dasein einer kleineren Rasse während der Steinzeit in Europa erbracht und steht in bezug auf Schönheit und Technik seiner Zeichnungen und Schnitzereien an hervorragender, wenn nicht an erster Stelle.

Das Heim der Vorzeit.

Nach Ausweis der Hüttenzeichnungen auf ihren Wandmalereien entbehrten schon die Menschen der älteren Steinzeit neben den Höhlen und Grotten, in denen die Natur ihnen Unterkunft bot, nicht der eigens für diesen Zweck konstruierten Wohnstätten, wahrscheinlich nur leichter, aus Stangen und Laubwerk errichteter „Sommerwohnungen". In Gegenden verschlagen, wo die Natur sie für den Winter im Stiche ließ, sahen sie sich gezwungen, die leichten Hütten unter Zuhilfenahme von Lehm und Flechtwerk zu dauernden Aufenthaltsorten umzuwandeln. Gar bald machte sich dabei auch das Bedürfnis nach Schmuck und Behagen geltend. Zu Jablanica in Serbien, wo eine umfangreiche Ansiedlung aus der jüngeren Steinzeit entdeckt wurde, stieß man beim Ausgraben zunächst auf die als Hüttenreste bekannten gebrannten Lehmklumpen, von denen ein Stück an der geglätteten Seite eine dünne Schicht weißen Überzuges zeigte. Die Wände waren also, wie man das auch in anderen neolithischen Ansiedlungen und an Bauresten der zweiten Ansiedlung in Troja gefunden hat, offenbar schon getüncht. Feuerstätten mit Mahlsteinen, Asche, Gefäßscherben verrieten den Fortschritt, den die Kochkunst gegenüber der ohne Brotbacken und Koch-

geschirr sich behelfenden altsteinzeitlichen Küche' gemacht hatte.[1])

Den Vergleich mit späteren vorgeschichtlichen Epochen kann der neolithische Wohnungsbau sehr gut bestehen. Die vorwiegend Ackerbau, daneben Viehzucht treibende Bevölkerung stand offenbar auf einer höheren Kulturstufe, als man sie für die jüngere Steinzeit gewöhnlich voraussetzt. Interessant ist es, den Wechsel der Wohnungsanlagen, wie ihn der Wechsel der Bevölkerung verursacht, an einer bestimmten Örtlichkeit durch die Jahrtausende zu verfolgen. Dr. A. Schliz hat einen derartigen Versuch für die mittlere Neckargegend unternommen, die sich durch die Gunst der Verhältnisse, namentlich durch ihren viele Kulturreste umschließenden und erhaltenden Lößboden, besonders dazu eignete.[2])

Wohnstätten aus der älteren Steinzeit sind am Neckar nicht erhalten. Da die Triasformation der Gegend keine natürlichen Höhlen bildete, so läßt sich annehmen, daß der paläolithische Mensch sich in den hohen Lößwänden der Flußtalränder Höhlenwohnungen schuf. Seine Spuren dürften größtenteils durch die jetzt noch übliche Weiterbenützung dieser Höhlen zu Wirtschaftszwecken in späteren Zeiten verwischt worden sein.

Ausgedehnte Besiedlung der Gegend fand in der jüngeren Steinzeit statt, deren Angehörige die weiten Lößgebiete bevorzugten, da ihr steinfreier Boden die Bearbeitung mit Steinwerkzeugen, besonders mit dem als Pflugschar dienenden Schuhleistenkeil, sehr erleichterte. Von den zweierlei Ansiedlungen neolithischer Bevölkerung sind die in der fruchtbaren Ebene auf den alten Hochufern der Flüsse angelegten Dörfer die ältesten und reichhaltigsten. Die späterhin, vielleicht zur Zeit feindlicher Einfälle auf Bergeshöhe angelegten enggedrängten befestigten Ansiedlungen erscheinen weit einfacher, ärmlicher, gleichsam wie Gebilde der Not, gegenüber jenen Schöpfungen des Überflusses.

Einen hervorragenden Typus einer solchen älteren Dorfanlage bildet das von Dr. Schliz ausgegrabene steinzeitliche Dorf Großgartach. Die Siedelungsform ist die des germanischen Haufendorfes mit gruppenweise stehenden Gehöften, deren einzelne Wohnstellen in ihrer Anlage und Ausstattung auf ähnliche soziale Unterschiede hindeuten, wie sie in unseren jetzigen Dorfgemeinden bestehen.

Zu Großgartach liegt auf einem Hügel, der den Mittelpunkt der südlichen Dorfhälfte einnimmt und eine weite Rundsicht gestattet, die vornehmste und reichste Anlage des Dorfes, ein großes, aus Wohn- und Wirtschaftsgebäude bestehendes Gehöft. Das 5 Meter breite, 6 Meter lange Wohngemach besaß einen breiten, mittels absteigender Rampe nach innen führenden Eingang und teilte sich in zwei, vielleicht durch eine Wand getrennte Räume, den tiefer liegenden, etwa 1·20 Meter in den Boden eingeschnittenen Küchen- und Wirtschaftsraum und den etwas erhöhten Schlafraum. Beide sind mit Lehmbänken ausgestattet, deren scharfe Umrisse auf Einfassung mit Verschalungen hinweisen. Die rechtwinklig zueinander stehenden Außenwände besitzen größere, durch doppelte Reiswerkwände verbundene Pfosten, deren mit Lehm ausgefüllter Zwischenraum den Wänden eine mauerähnliche Festigkeit verleiht, während die Mehrzahl der einfacheren Wohnhäuser nur einfache, aber sehr sorgfältig errichtete Wände besaß. Auf beide Seiten der Wand ist ein starker Bewurf von Lehm und Getreidespelzen aufgetragen, der außen rauh gelassen, innen mit einem Glattstrich aus Kalkmörtel versehen und mit Wasserfarbe freundlich hell gestrichen war. Bisweilen sind auch Wandmalereien in Form einer in gelben, roten und weißen Streifen ausgeführten Zickzackverzierung vorhanden. Denken wir uns dazu die Bänke des Wohnzimmers mit Fellen bedeckt, so mag das Innere einen recht freundlichen und wohnlichen Eindruck geboten haben.

Die Mitte des Küchenraumes nimmt eine geräumige, 1 Meter tiefe Herdgrube, neben einer Lehmbank angelegt, ein. Sie ist mit großen Steinen, meist zersprungenen Mahlsteinen, ausgelegt. In einer dieser Herdgruben befand sich noch in der Tiefe ein ganzer Rinderkopf. Hier wurden also große Stücke der Schlachttiere in ihrer Fellumhüllung mit glühenden Steinen und Asche bedeckt und in ihrem Safte gebraten; alles übrige wurde in großen Töpfen gekocht, deren Bruchstücke in Menge vorhanden sind. In der Nähe des Einganges liegt an einer Innenwand die Abfallgrube, die, der täglichen Hüttenreinigung dienend, wohl von Zeit zu Zeit entleert wurde. Die besterhaltenen Gefäße und Geräte finden sich längs der Wände und in der oberen, durch Einstürzen der Wände entstandenen Schicht; sie waren offenbar auf Wandregalen, vielleicht auf ausgespannten Netzen, aufbewahrt oder an den Dachsparren aufgehängt.

Zu diesem Wohnhause gehört ein Wirtschaftsgebäude von 6 zu 9 Meter Ausdehnung ohne Innenteilung. Der tiefschwarze, speckige, scherbenarme Boden deutet auf seine Benützung als Stall. Die Außenwände sind durch eine Reihe vorspringender Pfeiler verstärkt, so daß der Stall wahrscheinlich noch ein zweites Stockwerk, einen Heuboden oder Wachtturm trug. In der näheren Umgebung der Wohnstätten lagen Viehhürden oder Pferche, in welche das Vieh wohl nachts zusammengetrieben wurde.

Auch für ihre Toten sorgten diese Neolithiker in einer Weise, die für ihre Gesittung ein ehrendes Zeugnis ablegt. Jede Niederlassung besaß außerhalb des Dorfetters ihr eigenes Grabfeld. Die Ausgrabungen ergeben, daß neben den Gebrauchsgefäßen für Speise und Trank als ehrende Grabbeigabe immer nur bestimmte Typen des verzierten Hausinventars mitgegeben wurden, welche allein der geheiligten Überlieferung für den Grabgebrauch entsprachen.

Wie die Leute der älteren Periode der jüngeren Steinzeit, vor 5000 bis 6000 Jahren, ihre Toten bestatteten, lehrt uns ein Blick auf das kürzlich in der Gegend von Alzey bei Worms aufgedeckte Steingräberfeld. Als Beigaben enthalten diese Gräber einfache, kürbisähnliche Tongefäße, mit geometrischen

[1]) Dr. A. Götze, Eine neue steinzeitliche Station in Serbien. Globus, Bd. 83 (1903), Nr. 3.

[2]) Der Bau vorgeschichtlicher Wohnanlagen. Mitteilungen der Anthrop. Gesellschaft in Wien, Bd. 33 (1903), Heft 5.

Ornamenten verziert, welche in ähnlicher Form vielleicht auch die Kleidung jener Neolithiker schmückten. Von Geräten finden sich aus Kieselschiefer hergestellte durchbohrte Hämmer von Schuhleistenform, Feuersteinmesser, Feuersteinstücke, die, durch Schlagen abgerundet, offenbar zum Feuerschlagen an Schwefelkies gedient haben; ferner in den Frauengräbern Handmühlsteine, die ersten primitiven Instrumente zum Zerquetschen des Korns, Muschelschmuck, rote Farbe zum Bemalen; in einem Grabe fand man sogar das Schminktöpfchen einer Steinzeitdame mit roter Farbe. Ein Teil der Schmuckgegenstände besteht aus Muscheln, die nur im Roten Meer und Indischen Ozean gefunden werden; er läßt erkennen, bis in welche Fernen sich damals schon die Handelsbeziehungen erstreckten. Als Grabbeigaben oder Reste der Leichenmahlzeiten fand man in Gefäßen oder auf den Gebeinen des Toten Knochen von Schwein, Rind, Schaf, Ziege und Hund, also fast schon den ganzen Haustierbestand der Gegenwart; in einem Grabe war die Leiche von den Rippen eines großen Wiederkäuers bedeckt, der ein Wisent oder gar ein Ur gewesen sein könnte.

In der auf die jüngere Steinzeit folgenden Bronze- und Hallstattzeit ändert sich das Bild der Besiedlung vollkommen. Die Stätten der friedlichen, steinzeitlichen Ackerbaudörfer sind verlassen, wehrhafte, Viehzucht und Handel treibende Stämme mit beschränktem Ackerbau besetzen mit befestigten Anlagen die Höhen und weiden in den fruchtbaren Talgründen ihre Herden. Ihre runden oder länglichen Hütten sind durchweg kleiner und einfacher als die der Steinzeit. Neben leichtgezimmerten, mit Lehm gedichteten Holzhäuschen finden sich auch in Bienenkorbform in den Boden eingeschnittene und mit Einsteiglöchern versehene Erdwohnungen, deren Wände sich gewölbeartig nach oben zusammenschließen. Ihr flacher Boden trug eine Herdstelle und reichen Inhalt an Kulturresten. Hier haben wir die von Tacitus für die Germanen bezeugte doppelte Art der Behausung für Sommer und Winter.

Hatte den Steinzeitmann die Bronzewaffe unterjocht, vertrieben oder ausgerottet, so fegte die Hallstattleute der eisengewappnete Galliersturm hinweg, der sich um 400 v. Chr. über das Neckartal ergoß. Scharen gallischer Bauern, die dem Heerbann folgten, teilten das Land, in dem nun der keltische Einzelhof, von einer Umzäunung eingeschlossen, die herrschende Wohnungsform wurde. Mit ihm nähern wir uns der geschichtlichen Zeit, deren Wohnstätten im Neckargau Dr. Schliz bis zur Frankenzeit verfolgt. Letztere gab hier in ihrem Gehöftbau den Dörfern den noch jetzt herrschenden charakteristischen fränkischen Typus.

Riesen und Pygmäen.

Ehe die Asen am Meeresstrand aus Esche und Ulme das erste Menschenpaar schufen, belebten schon Riesen und Zwerge das Erdenrund. So meldet mit dem Feingefühl, das sie in ethnologischen Fragen auszeichnet, die Edda, und hinsichtlich der Zwerge hat sie vielleicht nicht unrecht. Professor G. Schwalbe, der auf der letzten Naturforscherversammlung zu Kassel (1903) die Vorgeschichte des Menschen vom anatomischen Standpunkte aus betrachtete, unterschied von den Neolithikern, mit denen uns Fleisch- und Blutsverwandtschaft verbindet, die Neandertalrasse (Homo primigenius) und den javanischen Pithekanthropus, der bereits aufrechten Gang besessen haben dürfte und vielleicht ein Bindeglied zwischen Affe und Mensch war. Die menschlichen Zwergrassen, die nicht nur in der Gegenwart, sondern auch während der neolithischen Kulturperiode außerordentlich verbreitet sind, aber die Schädelbildung der jetzt lebenden Menschen besitzen, können nicht als Vorläufer der Neandertalmenschen angesehen werden, sondern sind nur Größenvarietäten des Homo sapiens.

Während auf die steinzeitlichen Zwergrassen die Sagen und Märchen von Zwergen und Elfen sicherlich zum größten Teil zurückzuführen sind, wäre es wohl zu gewagt, wenn man den Ursprung der Riesensagen in dem ehrfürchtigen Grauen suchen wollte, mit dem die friedlichen Neolithiker die wilden, tierähnlichen, ihnen ganz stammesfremden Menschen der älteren Steinzeit, mit denen sie hier und da noch in Berührung gekommen sein mögen, betrachteten. Vielleicht hat die auch jetzt immer wieder vereinzelt auftretende Erscheinung des Riesenwuchses ebenso viel oder noch mehr Anteil daran. Erregt doch auch heute noch ein umherreisender Riese wie der Russe Machnow oder der Deutsche Ehmke, der seinerzeit als der größte Soldat der deutschen Armee (2·18 Meter) den Kaiser auf mehreren Auslandsreisen begleitete, berechtigtes Aufsehen. Da mit dieser Körpergröße oft eine minderwertige Intelligenz verbunden ist, mögen solche Riesen in der gewalttätigen Vorzeit durch ihre von entsprechender Körperkraft unterstützte Unbändigkeit Unheil genug angerichtet und Schrecken genug verbreitet haben.

Völlig unerklärt ist das plötzliche Auftreten des Riesenwuchses. Der aus Witebsk in Rußland stammende Riese Machnow war angeblich bis zu seinem vierten Lebensjahre von normaler Größe. Dann fing er plötzlich ohne erkennbare Ursache an, stark zu wachsen, mußte viel, oft 24 Stunden und länger, schlafen und vermochte nur wenig zu essen. Im Alter von 15 Jahren maß er schon 1·57 Meter,[1] heute, im Alter von 22 Jahren, hat er 2·38 Meter erreicht. Seine Verwandten sind, soweit festzustellen, sämtlich von normaler Größe.

Machnow gehört jedenfalls zu den größten Riesen, die wir kennen gelernt haben; er übertrifft den Riesen Henoch aus Salzburg, der angeblich mit 24 Jahren 2·50 Meter, in Wirklichkeit aber nur 2·15 Meter maß — auch Machnow wird dem Publikum als 2·50 Meter groß vorgestellt — er übertrifft selbst den Riesen Winkelmeyer aus Oberösterreich, der im Alter von 20 Jahren 2·17 Meter hoch war, bedeutend. Ein von Topinard in seiner Anthropologie aufgeführter Riese, der Finne Cajanus, soll allerdings 2·83 Meter gemessen haben.

[1] Das scheint mir nicht viel; mein durchaus nicht riesenwüchsiger Ältester ist mit 14½ Jahren schon 10 Zentimeter höher.

Machnows Gesundheitszustand ließ während seines Aufenthalts zu Berlin (Sommer 1903) zu wünschen übrig. Er war ziemlich blutarm (anämisch) und seine Herztätigkeit schwach. Sonst soll er ziemlich stark sein. Wie immer bei Riesen, bleibt das Wachstum des Hirnschädels, also auch des Gehirns, auffallend gegen den übrigen Körper zurück. Sein Kopfumfang, 62 Zentimeter, wird ab und zu auch von Menschen mit normaler Körperlänge erreicht, freilich fast stets nur von Männern, die zu den Spitzen der Gesellschaft gehören, und so gut wie niemals bei Leuten, die billige Hüte zu kaufen pflegen. Während er aber seine Hüte noch bei einem Hutmacher mit der vornehmsten Kundschaft der Weltstadt finden würde, bekommt er fertige Stiefel und Handschuhe (Nr. 11) nirgends. Auch die Größe des Gesichtes entspricht bei Machnow seiner Körperhöhe durchaus nicht.[1])

Der Zwergwuchs dagegen tritt und trat schon in der Vorzeit überall als normale Erscheinung auf. Neben den großen Rassen sind in allen Kontinenten auch kleine Menschenrassen zu finden, deren Körperhöhe zwischen 120 und 150 Zentimetern, deren Hirnmasse zwischen 900 und 1200 Kubikzentimetern schwankt. Sie sind als Urrassen aufzufassen, aus denen sich die großen Rassen entwickelten. Von diesem Gesichtspunkte aus sind besonders interessant die Weddas auf Ceylon und die neuerdings von P. und F. Sarasin entdeckten Toala (d. h. Waldmenschen) in den Gebirgen von Südcelebes. Sie sind eigentlich schon nicht mehr richtige Pygmäen, da sie fast genau die Durchschnittshöhe der Weddas (1576 Millimeter) erreichen, man könnte sie als in der Ausbildung zu einer großwüchsigeren Rasse befindlich betrachten. Von den Buginesen, den bekannten Bewohnern von Südcelebes, unterscheiden sie sich völlig. Ihr Haar ist wellig, bei manchen Individuen zum Krausen neigend, ihre Hautfarbe etwas dunkler als die der Buginesen, aber nicht so dunkel wie die der Weddas. Ihr Körperbau ist zierlich, die Nase breit mit tiefer Wurzel, die Lippen sind mäßig dick und ein Bart ist an der Oberlippe und am Kinn vorhanden. Die Toala haben gegenwärtig mehr oder weniger die Kultur der Buginesen angenommen, bewohnen zumeist kleine, zerstreut liegende Pfahlhäuser und treiben Ackerbau. Noch vor kurzem aber scheinen sie vielfach Felsenhöhlen in der Umgegend von Lamontjong bewohnt zu haben; in ihnen schliefen sie unmittelbar auf dem mit Asche bedeckten Boden oder auf Blättern.

Die Weddas trafen die Vettern Sarasin zum Teil noch als reines Jägervolk mit Bogen und Pfeilen als Hauptgerät. Die um Lamontjong lebenden Toalareste, sämtlich Ackerbauer, wissen nichts mehr von diesen Waffen. Diese Lücke wurde durch einen glücklichen Fund vollständig ausgefüllt. In einer der von den Toala früher bewohnten Kalksteinhöhlen fanden die Reisenden den Boden mit einer 0·5—1 Meter mächtigen Schicht Holzasche bedeckt, in der sie Ausgrabungen vornahmen. Schon 10 Zentimeter unter der Oberfläche fand sich eine Menge von Jagdtierknochen, zum Teil dichte Lagen bildend, und mit ihnen untermischt zahlreiche größere und kleinere Splitter von Feuerstein und verwandten, dem dortigen Gebiete fremden Gesteinsarten, teils ohne Form, größtenteils aber zu den für die älteste Steinzeit charakteristischen Messern, Schabern und Lanzenspitzen verarbeitet (s. S. 505), dazu Holznadeln, ein paar von der Küste stammende Muscheln und in einigen Höhlen nahe der Oberfläche Scherben von Töpfen, die wie die Muscheln offenbar durch



Wedda Familie.

Tausch erworben waren. Damit ist nach den beiden Forschern folgendes nachgewiesen:

Die Toala sind die Autochthonen von Celebes, die ursprünglichsten Bewohner der Insel. Sie waren Höhlenbewohner und lebten von der Jagd mit Pfeil und Bogen. Ihre Jagdgeräte und sonstigen Werkzeuge gehörten der paläolithischen Steinzeit an. Von neolithischen oder polierten Steingeräten ist in keiner Höhle auch nur ein Stück gefunden. Die Toala kamen als Paläolithiker unmittelbar mit der durch die Buginesen von der Küste her eingeführten Eisenkultur in Berührung. Eine letzte Spur aus der Steinzeit bildet die merkwürdige Wurfkeule der Toala, seltsam mit Eisensplittern bedeckt, die offenbar an Stelle der ursprünglichen Feuersteinsplitter getreten sind. Vielleicht stammt aus der Toalazeit auch eine merkwürdige Art von Bumerang, die sich bei Pankadjene, einem anderen Orte von Celebes, noch in Gebrauch findet. Die Toala wußten davon ebensowenig wie von ihren ursprünglichen Steingeräten, die sie gleich ihrer Sprache vollständig vergessen haben, obgleich sie noch unlängst in denselben Höhlen, über derselben Aschenschicht wohnten, die mit den steinernen Pfeilspitzen und Messern ihrer Ahnen gespickt ist.

Auch unter den Bewohnern anderer Teile von Celebes fanden die beiden Reisenden Menschen von kleiner Statur, die unverkennbar Toalacharakter trugen und aus den unbekannten Gebirgen von Zentralcelebes geraubt waren. Eine Toalaschicht bildet also in ganz Celebes die primitive Grundlage der Bevölkerung.[1])

Auf der Kulturstufe, welche die Toala vor Jahrhunderten einnahmen, stehen die Nilgala-Wedda

[1]) Zeitschrift für Ethnologie, 35. Jahrgang (1903), Heft II/III, S. 479.

[1]) Globus, Band 83 (1903), Nr. 18.



Ein Toala.

auf Ceylon noch jetzt. Dieses leider so rasch zusammenschmelzende Völkchen hat sich trotz seiner nahen und jahrtausendelangen Berührung mit einer höheren Kultur seine ursprüngliche Eigenart als Jägerstamm in dem Maße bewahrt, daß es zu den primitivsten heute noch auf Erden lebenden Stämmen gehört. Es fehlt ihnen jeder Drang nach Änderung und Entwicklung des Kulturniveaus. In fast völligem Stillstand und größter Bedürfnislosigkeit, ohne Dank für das, was die Kultur ihnen bieten konnte, finden sie völlige Zufriedenheit und höhere Befriedigung als im Fortschritt. Glücklicherweise läßt die Regierung sie auch völlig in Ruhe; Wild existiert auch noch reichlich in ihren Jagdgründen und so kann der aussterbende Stamm in der Weise sein Dasein beschließen, wie er es in der Urzeit des Menschengeschlechtes begonnen hat.

Auch die Wedda bilden, wie die Toala, nebst manchen Wald- und Bergstämmen des indischen Festlandes Reste einer einst weitverbreiteten Urrasse, welche die Vettern Sarasin als die wellhaarige oder zymotriche Primärvarietät des Menschen betrachten; von ihr soll die wellhaarige Menschheit der Gegenwart, nachdem sie die dravidoaustralische und arische Periode durchlaufen, abstammen. In gleicher Weise hätten für die wollhaarigen, ulotrichen Menschen als Primärvarietät zu gelten die Pygmäen Zentralafrikas, die Buschmänner, die Negritos und Andamanen. Beide Primärvarietäten fließen vielleicht aus einer gemeinschaftlichen unbekannten Wurzel, der anderseits von den Anthropoiden der Schimpanse am nächsten steht. Auch das soll nur eine Hypothese sein, ein Versuch, die in der Stammesgeschichte des Menschen ruhenden Rätsel der Lösung näher zu bringen: vielleicht die letzte Leistung der dem Untergange geweihten Pygmäen.[1])

Aus der Welt der „Gelben".

Im fernen Osten regt es sich mächtig. Die Japaner, die führende Nation der gelben Rasse, gedenken nicht untätig zuzusehen, wie die Welt verteilt wird, sondern sich dabei nach Möglichkeit Luft und Sonne zu sichern. Nicht nur die äußeren Kulturgüter, Maschinen, Kanonen und Kriegsschiffe, haben sie sich angeeignet und bieten sie auf, um sich bei den westlichen Nationen in Achtung zu setzen. Auch mit wissenschaftlichen Leistungen erscheinen sie auf dem Plan und man muß anerkennen, daß sie besonders auf naturwissenschaftlichem Gebiete, das ihrer Befähigung besonders zu liegen scheint, es schon zu hervorragenden Leistungen gebracht haben.

Über den sogenannten „Mongolenfleck", in welchem man ein ausgeprägtes Rassenmerkmal der ganzen mongolischen Völkergruppe zu finden glaubte (s. Jahrb. I, S. 278), haben japanische Gelehrte umfangreiche Studien angestellt.[2]) Dr. Buntaro Adachi berichtet in einer Arbeit über das Hautpigment beim Menschen und bei den Affen, daß dieser Fleck in Japan schon lange die Aufmerksamkeit der Ärzte erregt und Anlaß zu Betrachtungen über seine Entstehung gegeben hat. Der Aberglaube bezeichnet dieses blaue Mal der Hinterbacken als das Kneifzeichen des Geburtsgottes. In der europäischen Literatur findet es sich anscheinend zuerst von Saabye in seinen „Bruchstücken eines Tagebuches, gehalten in Grönland 1770—1778" erwähnt. Hier heißt es: „Die grönländischen Kinder sind bey der Geburt beynahe so weiß als die unsrigen; aber sie bringen einen blauen Flekken, ungefähr so groß als unsre vor-

[1]) Dr. L. Rütimeyer, Die Nilgala-Weddas in Ceylon. Globus, Band 83, Nr. 13, 14 und 17.

[2]) Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie, Band VI, Heft 1 (1903).

maligen dänischen Zehnschillingsstücke, mit zur Welt, der in der Haut über oder auf dem Kreuze sitzt. Wenn sie etwas heranwachsen, so dehnt dieser Flekken sich unmerklich über den ganzen Leib aus und ist vielleicht die Ursache der etwas dunkleren Farbe desselben. Ich hatte oft Gelegenheit, diese Flekken zu beobachten, da die Grönländerinnen bey meiner Ankunft ihre neugeborenen Kinder, nach hergebrachter Sitte, nackt zur Taufe brachten."

Nach Dr. Adachi ist der Fleck, der anfangs nur bei japanischen und Eskimokindern bemerkt wurde, nach und nach bei allen mongoloiden Rassen (Mongolen, Malaien und verwandte Völkerstämme) und auch an Mischlingen zwischen diesen und der kaukasischen Rasse gefunden worden und wird als Eigentümlichkeit der mongoloiden Rassen betrachtet. Der Lieblingssitz des Fleckes ist die Kreuz-, Steiß- und Glutäalgegend; der Fleck, für den eine ausreichende Erklärung bis jetzt fehlt, erhält sich selten bei Erwachsenen. Adachi warf nun die Frage auf, ob man die Pigmentzellen, die im Kreuzflecke der Kinder mongoloider Rassen festgestellt wurden, auch in der Kreuzhaut europäischer Kinder findet. Er konstatierte bei seinen Untersuchungen, allerdings an Leichen, jene Pigmentzellen für die Kreuzhaut der Europäer. Dagegen fand er den blauen Fleck erst bei einem einzigen Kinde in München, der Tochter eines mährischen Vaters (nicht ungarischer Abstammung) und einer bayrischen Mutter. Die von ihm gegebene Abbildung hinterläßt kaum einen Zweifel, daß es sich hier wirklich um den „Mongolenfleck" handelt. Die Haut der Kleinen war bräunlichrot, das Haar braun, die Iris dunkel. Die Farbe der beiden Flecken ist schimmernd blau oder schiefergrau und verändert sich nicht durch Fingerdruck. Die Flecken stehen nicht auf einer Erhebung, haben auch keinen besonderen Haarwuchs. Es wäre jedenfalls interessant, die Erscheinung auch bei anderen europäischen Kindern zu verfolgen.

Adachi faßt diese Pigmentierung als einen rudimentären, von früheren Verfahren zurückgebliebenen oder in Rückbildung begriffenen Charakter auf.

Dem Negergeruch, der allgemein bekannt ist, stellt Dr. Adachi in einer kleinen Studie (Globus, Band 83, S. 14) den bei uns selten erwähnten, in Japan aber allgemein bekannten Europäergeruch gegenüber, an den sich der Japaner erst sehr allmählich gewöhnen kann, so intensiv und unangenehm kommt er ihm anfangs vor. Was für Geruch die gelben Rassen haben, ist diesen selbst unbekannt; der „Chinesengeruch" ist ein Produkt der Unreinlichkeit. Die Drüsen der Achselhöhle, denen der Geruch hauptsächlich entstammt, sind bei Europäern größer als bei den Japanern. Wie selten dieser Geruch in Japan ist, geht daraus hervor, daß ein Japaner, der ihn hat, militärfrei ist, und eine Japanerin, die damit behaftet erscheint, Schwierigkeit findet, sich zu verheiraten.



Steingeräte der Toala.

Die Japanerin! Wenn's noch lange dauert, wird das Wort für uns denselben Beigeschmack erhalten wie die „Pariserin", den Beigeschmack von etwas raffiniert Feinem, von einem merkwürdigen Gemisch kindlicher Naivität und frivoler Überreife. Besonders R. Stratz hat sich in zweien seiner bekannten Illustrationswerke, „Die Rassenschönheit des Weibes" und „Die Körperformen in Kunst und Leben der Japaner", bemüht, sie uns nahezubringen. Was uns hier interessiert, ist der Umstand, daß sich bei den Japanerinnen deutlich zwei einander völlig fremde Typen unterscheiden lassen, der gelbe, rein mongolische Satsuma-Typus und der weiße, feinere, kaukasische Choshu-Typus. Zwischen beiden besteht eine sehr ausgebreitete Mischform, an der auch die malaiische Rasse Anteil hat, und manche Physiognomien erinnern sogar an das Semitische. Schon vor Jahrzehnten glaubte Baelz das Vorhandensein zweier körperlich verschiedener Typen im japanischen Volke dartun zu können und zugleich eine merkwürdige soziale Verteilung derselben. Er behauptet, daß der feinere Typus vorzugsweise in den höheren Ständen zu treffen sei, unter dem Hof- und Kriegsadel, den Beamten und Studenten; auch die Mitglieder der kaiserlichen Familie werden dazu gezählt. Infolge fortwährender Kreuzungen sind die beiden Typen nicht scharf getrennt. Der feine Typus unterscheidet sich von dem plumpen durch folgende Merkmale: Die Leute sind etwas größer und dabei schlanker gebaut. Der Kopf neigt zur Langschädligkeit (Dolichokephalie); die Gesichter sind auffallend lang und schmal, ebenso die Nasen, welche außerdem vorstehend und konvex gebogen sind, im schärfsten Gegensatz zu den konkaven Nasen des

plumpen Typus, die namentlich zwischen den Augen kaum einen Rücken erkennen lassen. Das strähnige schwarze Haar und die sonstigen Eigentümlichkeiten sind bei beiden gleich.

Einen Anklang an feinere Judenphysiognomien findet auch Baelz, glaubt jedoch nicht an einen unmittelbaren Zusammenhang mit diesen, sondern an einen mittelbaren, nämlich durch die Abstammung des feinen Typus von den Akkadiern, die in vorgeschichtlicher Zeit Mesopotamien bewohnten und aus einen Mischung von Semiten und Ural-Altaiern, also Mongolen, ihren Ursprung nahmen. Dieser Volksbestandteil soll, über Korea, vor dem rein mongolischen Hauptbestandteil des Volkes auf die Inseln gewandert sein (O. Ammon: Warum siegten die Japaner? Naturwissenschaftliche Wochenschrift, Band X, 1895, Nr. 11).

Neuerdings ist auch die Annahme aufgestellt worden, daß der Typus der Chosu von den bereits auf etwa 20.000 Individuen zusammengeschmolzenen Ainos abstamme. Ein japanischer Gelehrter, Dr. Koganei, hat Untersuchungen über die Urbewohner von Japan angestellt,[1] geschrieben in klassischem Deutsch und mit staunenswerter Beherrschung des überaus weitschichtigen und zerstreuten Materials. Er kommt zu dem Ergebnis, daß die Ainos jene Ureinwohner waren, und schließt mit den Worten: Das japanische Reich war einst ein Aino-Reich. Über einen etwaigen Zusammenhang der Aino mit einem der japanischen Typen läßt er sich nicht aus; doch, glaube ich, würden die japanischen Chosu selbst es mit Verachtung von sich weisen, wenn man sie mit dieser verhältnismäßig tiefstehenden Bevölkerungsklasse in Verbindung bringen wollte. „Stolz wie ein Japaner" wäre vielleicht ebenso richtig als „stolz wie ein Spanier".

[1]) Globus, Band 84 (1903), Nr. 7 und 8.

Körper und Geist.

(Anatomie, Physiologie, Psychologie.)

Aus den Geheimnissen des Organismus. * Rassenmerkmale und Rassenanatomie. * Sinne und Empfindungen. * Wie Gedanken gewogen werden. * Das irdische Paradies.

Aus den Geheimnissen des Organismus.

Das größte unter allen Rätseln, welche die Natur dem Menschen unabläßig zuraunt, ist der Mensch, er sich selbst, leiblich wie geistig. So viele Denker und Forscher auch ihre höchste Kraft darangesetzt haben, dieses Rätsel zu lösen: die Gesamtsumme ihrer mühevollen Arbeit hat uns dem Ziele nicht einmal nahegeführt. Selbst die Gewißheit, die man vor Jahrzehnten erlangt zu haben glaubte, daß sich die Lebensvorgänge auf die in der leblosen Welt herrschenden Prozesse und Gesetze zurückführen lassen, wenn nicht heute und morgen, so doch dereinst im Fortgange der Wissenschaft, selbst diese Gewißheit ist stark erschüttert und im Schwinden begriffen.

Dennoch muß uns jeder Versuch, Licht in das Dunkel der Vorgänge in uns zu tragen, hochwillkommen sein, besonders wenn er die ganze Fülle der von den Vorgängern erarbeiteten Tatsachen und Wahrheiten in sich aufzunehmen, mit seinen Ergebnissen zu verschmelzen bemüht ist. Ein solcher Versuch liegt vor in einer kleinen, aber gehaltreichen Schrift des Professors Dr. Moritz Benedikt, eines Arztes: Das biomechanische (neovitalistische) Denken in der Medizin und in der Biologie.[1]) Den Gedankenreichtum dieser Veröffentlichung, die besonders in der medizinischen Welt Aufsehen erregt hat, hier auszuschöpfen, ist schon aus Rücksicht auf den Raum unmöglich. Vielleicht gelingt es jedoch, den Leser zu eigenem Studium zu veranlassen, was Benedikt durch Anwendung deutscher Fachausdrücke möglichst zu erleichtern versucht hat.

Die vorhandenen physikalischen, mechanischen und chemischen Gesetze gelten auch Benedikt als vollwertig für die Lebensvorgänge; aber sie beherrschen den Lebensprozeß nicht vollständig. Für ihn sind außerdem noch Naturgesetze höherer Ordnung geltend, die sich aus den in die organischen Bestandteile zerlegten Stoffelementen mit ihren Kraftspannungen nicht ableiten lassen. In den lebenden Stoffen sind die Atomanordnungen und die an die Atome gebundenen Spannungen viel verwickelter und anders geartet als in den leblosen. Daher die Berechtigung des Vitalismus.

Alle Lebensvorgänge entspringen und verlaufen wesentlich in der Zelle, deren Größe eine beschränkte ist. Die erste Grundeigenschaft jeder lebenden Zelle ist, daß sie Stoffe aus der Umgebung mit ihren Spannungen anziehen und in Eigenstoff und Eigenspannungen umsetzen kann. Jede Zellenart hat eine ihr eigentümliche biomechanische Spannung, die in der Regel nicht physikalisch, sondern nur biomechanisch erkannt und gemessen werden kann. So wie die eigenartige Ladung ist auch die Entladungsfähigkeit an besondere Verhältnisse gebunden.

Außer der Fähigkeit zu wachsen und aus sich heraus durch Teilung ihresgleichen zu erzeugen, besitzen die Zellen die Eigenschaft, auf äußere Reize zu gewissen eigenartigen Leistungen angeregt zu werden, bei denen Eigenstoff und Eigenspannungen verloren gehen und in andere umgewandelt werden: die Arbeitsleistung der Zelle. Die durch die Arbeit hervorgerufene Schädigung des Eigendaseins ist ein Reiz zu neuerlicher Anziehung von Stoff und zur Umwandlung desselben in Eigenstoff

[1]) Jena 1903, Fischer. (Leider stören mehrfach Druckfehler den Genuß der Lektüre.)

und Eigenspannungen. Diese mächtige Eigenschaft der Zellen bezeichnen wir als Kraft zum Kampfe um das eigenartige Lebensdasein (struggle for life). Obwohl eigentlich eine teilweise Vernichtung der Zelle, welche ohne Hemmungskraft dem fortwährenden Arbeitsreize unterliegen müßte, bedeutet die Arbeitsleistung doch eine Grundbedingung des Lebens. Was die Zelle durch die Arbeit verliert, kann sie in der Regel wieder ersetzen; ohne Arbeiten zerfällt der Lebensbau. Schon der Mangel an Arbeit erzeugt eine mächtige Spannung durch Ladungsbedürfnis, den Arbeitskitzel. Ruhe, Schlaf der Gewebe bedeuten nur unbewußte Ladung, nicht Untätigkeit.

Aus den Grunderscheinungen des Zellenlebens leitet Benedikt den Satz ab: Die biomechanische Wirkung der Anziehungs- und Abstufungsspannungen der Zellen überschreitet die Durchmessergröße derselben nur wenig. Da sich ihr Einfluß also auf die nächste Umgebung beschränkt, so hat die Natur für die mannigfachsten Formen der Fernwirkung der Zellen gesorgt. Solche sind die Fernwirkung mittels des Saftstroms, die Fernwirkung mit Hilfe des Nervensystems.

Verweilen wir bei der ersten Form! Bei der Arbeitsleistung der Zelle entstehende fremdartig gewordene, niedriger zusammengesetzte Stoffe werden ausgeschieden. Diese abgestoßenen Teile des Zellleibes schwimmen nun mehr oder minder unverändert im Saftstrome als „geschlossene Atomgruppen" und werden, bevor sie in die Ausscheidungsorgane gelangen, wahrscheinlich noch mehrfach für den Haushalt des Körpers verwendet, z. B. zur Wärmeerzeugung durch Verbrennung. Wie aus der Masse losgebrochene Eisstücke schwimmen diese „Zellschollen" im Blutstrom dahin. Die Wichtigkeit mancher dieser Zellengruppen für den Stoffwechsel können wir nur erst ahnen. So lernen wir aus der merkwürdigen Tatsachenreihe des Binnenstoffwechsels den Umstand kennen, daß solche Zellschollen auf das Leben entfernter Organe einen hochgradigen und sozusagen von der Natur in die Lebensrechnung einbezogenen Einfluß üben.

Die Seuchenfestigkeit nach glücklich überstandener Ansteckung, sowohl einzelner Individuen wie ganzer Völker, führt Professor Benedikt auf die Wirksamkeit solcher im Blutserum schwimmender Atomgruppen zurück. „Wir können uns vorstellen, daß die Seuchengifte von den Zellen Schollen abtrennen, die mit dem Gifte vereinigt dasselbe entgiften. Wir können uns weiter vorstellen, daß die Zellen dadurch „modifiziert" (umgeändert) werden, so daß sie bei kommender Gelegenheit ohne besondere Gefahr, auch sozusagen leichter sich einer solchen Amputation unterziehen können. Diese Eigenschaft kann auch, der Erfahrung entsprechend, vererbt werden." Bei der ungeheuren Mannigfaltigkeit von Seuchengiften und anderen Giften scheint es nicht zutreffend, für jedes eigene Gift von vornherein in sich abgeschlossene, prästabilisierte Schutzschollen-Arten anzunehmen. Es scheint Benedikt angemessener, der Zelle eine enorme Mannigfaltigkeit von Abspaltbarkeit zuzuschreiben, welche sie befähigt, Gegengifte der mannigfachsten Art zu liefern. Von diesem Standpunkte aus fallen wichtige Lichter auf die Bakterientheorie und die Blutserumtherapien.

Eine weitere merkwürdige Einrichtung, um eine Fernwirkung der Zellen zu erzielen, ist durch das Nervensystem gegeben.

Alle Leistungen des Zellenlebens beeinflussen — durch Abfluß von Spannungen — das Nervensystem oder werden von ihm — durch Zufluß von Spannungen — beeinflußt. So wird z. B. das Ladungsbedürfnis der Zelle, ihr Hunger und Durst, ihr Gasbedürfnis durch die wegführenden (zentripetalen) Nerven auf die nervösen Zentra der Kreislauf- und Atemmuskeln übertragen und so die Triebkraft für die Tätigkeit des Herzens, der Lokalherzen in den Gefäßen und der Atemmuskeln für das ganze Leben geliefert.

Eine der wichtigsten Erkenntnisse, welche Benedikt hier ausspricht, ist die von der doppelsinnigen Leitung der Nerven, wonach viele Nervenstränge Reize nicht nur in einer, sondern nach beiden Richtungen hin, zentripetal und zentrifugal, weitergeben können. Ungemein wichtige Einblicke in das Krankheitsleben des Nervensystems, die Trophoneurosen, die Hysterie und Hypochondrie werden hiemit den Ärzten eröffnet.

Nach einem Überblick über einige allgemeine biomechanische Gesetze — eine Art Versuch vitalistischer Mathematik — behandelt Benedikt die Biomechanik des Blutstroms, der Herztätigkeit und seiner Bewegung, um zum Schlusse die Biomechanik der Fortpflanzung, Adam und Eva in der Anthropologie, mittels seiner Anschauungen zu beleuchten. Vor allem wendet er sich hier gegen die einmalige Entstehung des Lebens aus einer einzigen Zelle. An vielen Örtlichkeiten und zu verschiedenen Zeiten muß eine solche Genesis angenommen werden. „Aus der Tatsache des ungeheuren Aufwandes, welchen die Natur noch heute zur Erhaltung der Art treibt, geht der Satz hervor, es müsse eine Zahl von Individuen als erste Glieder in der Ahnenreihe des vollendeten Menschen angenommen werden." Voll Geist und Anregungen, werden diese 57 Seiten nicht nur in der wissenschaftlichen Welt noch lange zur Erörterung stehen, sondern auch Freunden der Naturkunde reichen Stoff zum Nachdenken und Beobachten geben.

Rassenmerkmale und Rassenanatomie.

Wenn wir an einer künstlerischen Darstellung der menschlichen Gestalt, sei sie gemalt oder gemeißelt, die Hand betrachten, so treffen wir fast stets auf eine bestimmte Form, die wir kurz als die schöne Hand bezeichnen können. Schmal in Gelenk und Mittelhand, mit langen, schlanken Fingern, länglichen, schmal geformten Nägeln, mißt sie in der Breite höchstens $^4/_{10}$ ihrer Länge. Ihr gegenüber steht im Leben die breite Hand, charakterisiert durch breites Handgelenk, breite Mittelhand, kurze Finger, breite Nägel und eine Gesamtbreite von der Hälfte ihrer Länge und darüber.

Diese breite Form der Hand ist nicht durch die Arbeit bedingt, wie mancher glauben möchte, sondern ein Rassenmerkmal, das mit bestimmten anderen Rassenmerkmalen zusammenhängt.

Über die Eigenart der Hand und ihren Zusammenhang mit den übrigen Rassenmerkmalen hat Professor J. Kollmann sich in einer großen, die ganze Rassenfrage aufrollenden Arbeit geäußert.[1])

Die schmale Hand gilt als die edlere Form, ihre Eigenschaften sind viel besser bekannt, sie wird, wie oben bemerkt, von den Künstlern bevorzugt und es gibt von ihr von der Antike bis zur Gegenwart zahllose Darstellungen, während Professor Kollmann von der breiten Form nur eine einzige, von Michelangelo dargestellte fand. Die Wahrsager aus der Hand, die Chiromanten, schenkten der Hand große Aufmerksamkeit, ihnen verdanken wir vortreffliche Beobachtungen. C. G. Carus in seiner „Symbolik der menschlichen Gestalt" (2. Aufl., 1858) unterscheidet vier Grundformen der Handgestaltung: die elementare, die motorische, die sensible und die psychische Hand. Die elementare Hand ist durch „Breite der Mittelhand, kurze, dicke Finger, einen abgestumpften Daumen, kurze und breite Nägel ausgezeichnet und nähert sich der Hand des kleinen Kindes, man könnte sie auch die infantile Form nennen". Die Hand des Kindes erscheint bei den Künstlern stets unter dieser Form; allein es ist noch ungewiß, ob nicht auch bei Kindern eine Hand mit allen Einzelheiten des schmalen Typus angetroffen wird.

Professor Kollmann gibt die Möglichkeit zu daß, wie aus dem immer breiten Gesicht der Neugeborenen sich hier das breite Gesicht der Chamäprosopen, dort das schmale der Leptoprosopen entwickelt, auch die schmale Hand aus der breiten hervorgegangen sei. Sicherheit hierüber können aber nur eingehende Untersuchungen gewähren. Die längsten sowohl wie die breitesten Hände trifft man bei den Europäern, mit alleiniger Ausnahme der Araber von Yemen. Unter 100 Europäern haben durchschnittlich 58 lange, 42 breite Hände.

Schon lange hat man die Handform in Beziehung zu den Längenverhältnissen des Körpers gesetzt. Im allgemeinen entspricht auch einer größeren Länge der Hand eine bedeutende Körpergröße; doch kann ein und dieselbe Handlänge bei Individuen von sehr verschiedener Körperlänge vorkommen und dasselbe gilt hinsichtlich des Fußes. Auch seine Länge läßt sich nicht in eine gesetzmäßige Abhängigkeit von der Körperlänge bringen.

Dagegen scheinen unverkennbare Beziehungen zwischen dem Bau des Gesichtsskeletts und des Handskeletts zu bestehen, und zwar dahin lautend, daß bei rassereinen Individuen die Breitgesichter breite, die Schmalgesichter schmale Hände haben. Doch sind solche rassenhaft reinen Individuen schon selten, und so kommt es, daß wir infolge der Kreuzung so oft Menschen mit breitem Gesicht und schmaler Hand — und umgekehrt — sehen. Eine ähnliche Beziehung prägt sich in der Form der Nägel und der Hand aus. Die langen und die breiten Nägel stellen Formen dar, die als ererbte anzusehen sind, und diese ererbten Nagelformen stehen in Zusammenhang mit den beiden Handformen, wie oben schon dargelegt ist.

Nach dieser Klarlegung erhalten gewisse Funde aus der Zeit der Pfahlbauten ein besonderes Interesse. Es sind dies die Fingerspitzen von Corcelettes. Aus dieser Pfahlbaustation der Bronzezeit, welche an Zahl und Schönheit der dort gemachten Funde die meisten anderen Bronzestationen übertrifft, kamen unter anderem auch Tongefäße zu Tage, deren Boden dicht nebeneinander stehende, große und tiefe Löcher zeigte. Ein von Professor Forel hergestellter Gipsausguß der Löcher zeigte sehr schön die offenbar einer weiblichen Person angehörenden Fingerspitzen. Es ist eine ganze Anzahl solcher Finger- und Knöchelabdrücke von Corcelettes erhalten und auch andere alte Gefäße zeigen derartige Eindrücke am Boden, wahrscheinlich zu dem Zwecke gemacht, um das ungleichmäßige Trocknen des dicken Bodens und der dünneren Wände zu verhindern.

Sowohl diese Fingerspitzen als auch die Knöchel, welche die eines Mannes von 30 bis 40 Jahren zu sein scheinen, weichen in keinerlei Weise von denen eines modernen Menschen ab. Daraus darf der Schluß gezogen werden, daß der Mensch der Bronzezeit schon dieselben Gestaltverhältnisse der Hand besaß wie der heutige. Die Betrachtung dieser Fingerspitzen zeigt, daß die Menschen der Pfahlbaustationen die nämlichen langen, schmalen Nägel besaßen, wie sie noch heute vorkommen. Da diese bei reinem Blut zusammen mit langer, schmaler Hand und letztere wiederum in Verbindung mit langem, schmalem Gesicht auftritt, so dürfen wir bei der „Töpferin von Corcelettes", falls sie reines Blut in den Adern hatte, auf letzteres schließen. Und Schädelfunde bestätigen diese anscheinend gewagten Schlüsse: am Neuenburger See sind zur Bronzezeit tatsächlich Menschen mit langem Gesicht heimisch gewesen. Seitdem sind etwa 5000 Jahre verstrichen. Die körperlichen Eigenschaften der Rasse waren offenbar damals ebenso vollkommen wie heute; die Menschen verändern ihren Kulturzustand, aber die körperlichen Rassenmerkmale bleiben dieselben.

Auf Grund dieser Befunde erklärte Professor Kollmann die weiße Rasse samt ihren Varietäten (Blonde und Brünette) und Typen für seit vielen Jahrtausenden beharrend (persistent). An Typen unterscheidet er vornehmlich folgende sechs: blonde Kurzköpfe mit Langgesichtern, blonde Langköpfe mit Langgesichtern, blonde und brünette Mittelköpfe, brünette Langköpfe mit Breitgesichtern und brünette Kurzköpfe mit Breitgesichtern. Er bestreitet, daß z. B. unter dem Einflusse des Milieus aus einem Langschädel ein Breitschädel und umgekehrt werden könne. Das zähe Blut der alten Menschenrassen schlägt immer wieder durch.

Daneben gibt es auch vergängliche, fluktuierende Eigenschaften der Rassen, welche unvermittelt, oft durch das Milieu bedingt, auftreten, aber auch ebenso spurlos wieder verschwinden, z. B. der ver-

[1]) Archiv für Anthropologie, Band 48, Heft I und II.

schiedene Fettgehalt der Haut, die verschiedenen Stärkegrade der Muskulatur, die Krümmung der Beine, überkräftige Entwicklung der weiblichen Brüste oder das gegenwärtig in Europa so bedenklich fortschreitende Schwinden derselben, Schwankungen der Körperhöhe u. a.

Alle derartigen dem Milieu zugeschriebenen Veränderungen sind lediglich oberflächlicher, sekundärer Natur, auch dann, wenn sie Generationen hindurch vererbt wurden. Der von Kollmann behauptete Unterschied zwischen Rassenmerkmalen und fluktuierenden (in ewigem Fließen begriffenen) Eigenschaften ist freilich von den Anatomen noch keineswegs in dieser Weise angenommen. Seine Ausführungen dürften daher auch auf viel Widerstand stoßen, besonders wenn er behauptet, daß auch durch Kreuzungen zweier Rassen, z. B. der Weißen und Neger, keine neuen Typen entstehen.



Bastards und Herero auf Reitochsen.

„Die Kreuzung zwischen Indianern und Weißen und zwischen Negern und Weißen kann man als ein großartiges Experiment betrachten, das vor unseren Augen von der Natur angestellt wird und das die günstigste Gelegenheit bietet, diese wichtige Frage zu entscheiden. Dieses Experiment, das seit nahezu 300 Jahren und überdies jetzt in verstärktem Maße fortdauert, es hat den Beweis des Gegenteils erbracht, es ist kein neuer Typus entstanden. Weder die Körperhöhe noch die Länge des Schädels noch die Proportionen des Gesichtes noch die Schnelligkeit des Wachstums, z. B. der Indianerkinder mit dem der Halbblutkinder verglichen, noch die Fruchtbarkeit der Familien — keine dieser Eigenschaften deutet in irgend einer Weise auf die Entstehung eines neuen Typus hin."

Einen interessanten Beleg zu dieser Behauptung bildet die kleine südwestafrikanische, etwa aus 2000 Seelen bestehende Nation der Bastards. Ursprünglich Nachkommen aus Verbindungen zwischen Europäern, meist Buren, und Hottentottenweibern, bilden sie jetzt eine abgeschlossene Nation für sich, halten sich von Vermischung mit Eingeborenen ziemlich frei und heiraten meist nur unter ihren Stammesgenossen. Dennoch sind und bleiben es Bastards, Mischlingsformen, in denen bald das Blut der Väter, bald das der Mutter in Kopfform, Physiognomie, Größe und sonstigen Merkmalen unverschmolzen durchschlägt.

Wie entstehen dann aber neue Menschenrassen? Wie neue Rassen überhaupt, durch „Mutation" (de Vries), d. h. sie entwickeln mit einem Male, plötzlich, mehrere neue Eigenschaften, nicht bloß eine einzige. Solche Mutationen treten periodenweise auf. Vielleicht werden sie einmal Rassen mit einer neuen Zahnformel, mit weniger Lendenwirbeln als heute u. dgl. Eigenschaften mehr ergeben. „Der Mensch der Jetztzeit ist, das lehren alle Beobachtungen, variabel, aber nicht mutabel." Nur das will Professor Kollmann mit seiner Persistenz der Rassen sagen.

Sinne und Empfindungen.

Die alte Geschichte mit den fünf Sinnen ist schon längst nicht mehr wahr, nachdem man das Gefühlsvermögen in einen Druck- oder Tastsinn und einen Wärmesinn zerlegt hat, und wer weiß, ob nicht bei einer zukünftigen „Mutation" unserer Rasse auch ein neuer Sinn zu dem neuen Erwerb gehören wird. Blinde haben einen solchen neuen Sinn schon längst an sich entdeckt, allerdings in mehr oder minder starker Entwicklung. Dr. E. Javal von der Pariser Académie de Médecine, der vor Jahren selbst das Augenlicht verlor, hat interessante Mitteilungen über diesen sechsten Sinn der Blinden gemacht.

Am häufigsten versichern die Blinden, daß der Sitz der fraglichen Empfindung, die von ihnen öfter erwähnt wird, hauptsächlich die Stirn ist. Niemals haben sie sie in den Händen oder anders-

wo. Einige schreiben die das Sehen ersetzenden Empfindungen dem Luftdruck zu, was nach Javal falsch ist, „denn die von mir Befragten", sagt er, „bestätigen, daß die Wahrnehmung deutlicher ist, wenn sie sich langsam dem Gegenstand nähern, dessen Gegenwart ihnen die Empfindung im Gesicht verrät. Diese Empfindung ist nicht deutlich und der Täuschung unterworfen, denn es kommt vor, daß sie plötzlich stehen bleiben, weil sie sich zu stoßen fürchten, auch wenn sie nicht vor einem Hindernis stehen". Übrigens fehlt es allen Erklärungen der Blinden über diesen besonderen Sinn an Wahrscheinlichkeit. Die einen schreiben ihre unbestimmte Wahrnehmung der Hindernisse Gehörsempfindungen zu, andere glauben an eine Gleichzeitigkeit von Gehörs- und anderen Empfindungen. Alles das scheint sehr der Bestätigung bedürftig.

Von den angeführten Tatsachen ist besonders die Erzählung des Herrn W. Hans Lévy bezeichnend, der seine Empfindungen in folgender Weise analysiert: „Obgleich ich völlig blind bin, kann ich drinnen oder draußen, in der Bewegung oder ruhend, sagen, ob ich mich einem Gegenstand gegenüber befinde, ob er groß oder klein, gering oder umfangreich ist, oder ob er allein steht oder ein fortlaufender Zaun, ob der Zaun von Holz, Ziegeln oder Steinen oder eine Hecke ist. Gegenstände, die tiefer als meine Schulter liegen, kann ich nicht wahrnehmen, bisweilen nur sehr niedrig gelegene. Die Luftströmung hat nichts damit zu tun, ebenso wenig das Gehör. Es scheint, als ob die Gegenstände durch die Gesichtshaut wahrgenommen und dem Gehirn direkt übermittelt werden, denn nur mein Gesicht besitzt diese Eigenschaft. Diese Empfindung bleibt, wenn ich mir die Ohren verstopfe, verschwindet aber völlig, wenn ich das Gesicht mit einem dichten Schleier bedecke. Keiner der fünf Sinne hat mit dieser Fähigkeit etwas zu tun. Ich unterscheide beim Vorbeigehen Läden von Wohnhäusern, kann Türen und Fenster bezeichnen und auch, ob sie geöffnet oder geschlossen sind. Ein Fenster aus einer einzigen Scheibe ist schwerer zu entdecken als ein Fenster mit mehreren Scheiben. Als ich mit einem Freunde spazieren ging, wies ich auf einen vier Fuß entfernten Zaun und sagte, er wäre nicht ganz so hoch wie meine Schulter. Mein Freund behauptete das Gegenteil und beim Messen fanden wir, daß er drei Zoll niedriger als meine Schulter war. Ebenso erkenne ich es, wenn der untere Teil einer Einfriedung aus Ziegeln und der obere aus Holz ist, und auch die Unregelmäßigkeiten in der Höhe, die Vorsprünge und Verstärkungen." Dieser Blinde stellt fest, daß die Wahrnehmung durch Nebel abnimmt, in der Dunkelheit aber intakt bleibt. Er erkennt sogar, ob eine Wolke den Horizont verdunkelt.

Dr. Javal glaubt, daß unsere Haut durch ultraviolette oder rote Strahlen unter denen des Spektrums gereizt werden kann. Es gibt dunkle Strahlen, die das Auge nicht bemerkt und die den Tastsinn reizen können. Man entdeckt ja jetzt fortwährend Strahlungen, die bis dahin völlig unbekannt waren. Es ist nicht unmöglich, daß wir dafür empfindlich sind und daß sie uns in der Wahrnehmung der uns umgebenden Gegenstände leiten. Javal hat untersucht, ob die Stirnhaut der Blinden nicht durch die vom Radium ausgehenden Strahlen gereizt wird; das Ergebnis war jedoch negativ. Aber es gibt so viele andere Ausstrahlungen, die vielleicht wirksam sind. Hier eröffnet sich jedenfalls ein neues Forschungsfeld.

Eine ebenso eigenartige Erscheinung im Gebiete des Sinnenlebens bilden die sogenannten sekundären Sinnesempfindungen oder Doppelempfindungen, die merkwürdige Erscheinung, daß es Personen gibt, die auf einen einfachen Sinnesreiz mit einer doppelten Sinnesempfindung antworten (reagieren). Einen derartigen Fall, angeborenes Farbenhören, beschreibt Dr. Ferd. Alt in der „Wiener Medizinischen Wochenschrift" (1905, Nr. 5).

Ein 30jähriger Lehrer, wegen Schwerhörigkeit infolge übermäßigen Rauchens in Behandlung, gab an, daß er seit ungefähr zwei Jahren bei Betrachtung gewisser Farben, namentlich von rauhen Tuchstoffen, Töne wahrnehme. Bei Betrachtung einiger Farben, gelb, grün, gab der Patient an: „Diese Farbe ist angenehm für das Ohr." Abstufungen der blauen Farbe waren dem Ohre unangenehm. Bei Betrachtung von violett hörte er ein tremolierendes Geräusch, dessen Höhe er nicht bestimmen konnte. Bei Betrachtung der grellroten Farben hörte Patient den Ton C_1. Er hört die Töne beziehungsweise Geräusche nur beim ersten Anblick anklingen, dann nicht mehr. Als der Studiosus Nußbaumer 1873 die erste derartige, an sich selbst und seinem Bruder gemachte Beobachtung veröffentlichte, erregte sie großes Aufsehen. Diese Fälle sind jedoch gar nicht so selten. Dagegen scheinen andere Doppelempfindungen nur vereinzelt aufzutreten.

Einen Fall von Geschmacksehen berichtet Hilbert: seiner Tochter schmeckt die Milch gelb, wenn sie gut, braun, wenn sie schlecht ist. Eberson schmeckte Säure blau, Bitteres rot oder gelb. Von der Doppelempfindung Gehör-Geruch ist erst ein Fall bekannt. Dr. Köppe hatte gelegentlich eines Spazierganges beim Pfeifen der Melodie: „Was blasen die Trompeten" die auffallende Geruchsempfindung von Harz oder Kien, die immer wieder beim Pfeifen der Melodie auftrat; am frappantesten war die Täuschung, wenn er zufällig auf das Lied kam und nun sofort schnüffelnd nach der Quelle des Geruches suchte. [1])

Hier und in einem zweiten ähnlichen Falle gelang es dem Beobachter selbst, eine Erklärung des merkwürdigen Zusammentreffens zu finden. Dr. Köppe hatte als Sextaner sehr viel mit der Laubsäge gearbeitet und dabei zur Betäubung des aufsteigenden Heimwehs nach Kräften gepfiffen, meist die Melodie „Was blasen die Trompeten". Daß er später die Geruchsempfindung von harzigem Holz beim Pfeifen der Melodie hatte, ist auf die unbewußte Erinnerung an den damals mit dem Pfeifen gleichzeitig wirklich verbunden gewesenen Geruchsreiz zurückzuführen.

In dieser Weise wird die Erklärung selten gelingen. Beim Farbenhören, nimmt man an, wird

[1]) Gaea 1903, Heft 1, Sekundäre Sinnesempfindungen.

der akustische Sinnesreiz, nachdem er zum Hörzentrum der Hirnrinde gelangt ist, hier nicht isoliert, sondern überschreitet infolge mangelhafter Hemmungsvorrichtung oder übermäßiger Reizbarkeit der nervösen Elemente die Grenze und gelangt auf dem Wege assoziativer Nervenbahnen zum Sehzentrum, wo er natürlich einen Gesichtsreiz vortäuscht. Es sind außer dieser Erklärung von Steinbrügge auch noch andere möglich; vielleicht kann auch Benedikts doppelsinnige Leitung der Nerven dazu herbeigezogen werden.

Nicht weniger merkwürdig als diese Überempfindlichkeit der Nerven ist die Empfindungslosigkeit, die sogenannte Anästhesie. Daß sie so sehr selten auftritt, hängt wohl damit zusammen, daß ein vollkommen anästhetischer Neugeborener überhaupt nicht lebensfähig wäre.

Wieder einmal — schreibt das „Leipziger Tageblatt" [1] — muß man den alten Ben Akiba Lügen strafen; denn wer hätte je davon gehört, daß es möglich wäre, einem nackten Menschen auf bloßem Leibe Knöpfe anzunähen. Ein sonderbares Menschenkind, merkwürdig gefeit gegen Hieb und Stich, gibt gegenwärtig im „Panorama" seinen Körper freiwillig zu solchen Sticheleien her. Auch spickt er sich, wenn es verlangt wird, mit Nadeln über und über, spielt mit dem Feuer, ohne Schaden zu erleiden, zerschlägt zolldicke Bretter auf seinem Kopfe und gibt sich, ein moderner St. Sebastian, von selbst als Zielscheibe für die auf ihn abgeschossenen spitzen Bolzen preis. Franz Oppel, so heißt dieser Fakir aus Oeßsch, kennt weder ein Gefühl des Schmerzes noch einen Tastreiz. Sein anästhetischer Zustand macht ihn vollkommen unempfindlich, selbst gegen Eingriffe, die bei dem normalen Menschen sonst zu den schwersten Verletzungen führen würden. Seines Zeichens Dachdecker, stürzte er vor zwei Jahren vom Dache eines Neubaues, mit dem Kopfe nach unten, 23 Meter in die Tiefe hinab, durchschlug dabei den zolldicken Boden eines Mörtelfasses und blieb unverletzt. Wenige Tage nach dem Unfall wurde ihm durch die Ungeschicklichkeit seiner Kameraden siedendes Pech über den Oberarm gegossen. Obwohl er große Brandwunden empfing, spürte er doch nicht den geringsten Schmerz. Eingehende Untersuchungen seines Zustandes ergaben vollkommene Anästhesie, Abgestorbensein aller Empfindungsnerven.

Ein ähnlicher Fall wurde vor kurzem in einer Sitzung des Vereines für Psychiatrie und Neurologie zu Wien vorgestellt. Schon in seiner Jugend wußte der „unverwundbare Glas- und Feuerfresser", als der er auftrat, kaum, was Schmerz ist. Schläge, Ohrfeigen und dergleichen war er außer stande übelzunehmen. Die Untersuchung des geistig und körperlich völlig gesunden Individuums ergab, daß die Haut-, Rachen- und Hornhautempfindung, wenn auch etwas schwächer als beim normalen Menschen, vorhanden war. Berührung, Kitzel, Kälte und Wärmegefühl werden überall vollständig empfunden. Dagegen ist die Schmerzempfindung, z. B. gegen Nadelstich, an der ganzen Körperoberfläche hochgradig herabgesetzt, an einzelnen symmetrischen Stellen beider Körperhälften ganz aufgehoben. Die Schmerzempfindlichkeit der tieferen Teile ist erhalten, die Blutung bei Verletzungen eine auffallend geringe.

Diese Fälle lehren, das ist das Hauptinteresse daran, daß die Schmerzempfindung physiologisch und auch wohl anatomisch selbständig ist. Hier war die Unterempfindung von Geburt an vorhanden; nicht nur die Nervenleitung für Schmerzempfindung, sondern auch das Zentralorgan der Schmerzleitung war defekt.

[1] Nr. 648, 21. Dezember 1902, VI. Beilage.

Wie Gedanken gewogen werden.

Unter dieser echt amerikanischen Überschrift berichteten vor einiger Zeit New-Yorker Blätter über Versuche, die Professor W. G. Anderson an der Yale-Universität über die Blutverteilung im menschlichen Körper, wie sie unter dem Einflusse körperlicher oder geistiger Arbeit wechselt, angestellt hatte. Er stellte den Wechsel der Blutverteilung mittels der Verschiebung des Schwerpunktes des wagrecht auf einer sehr empfindlichen Wage, dem „Muskelbett", ausgestreckten Körpers fest. Auf diesem nimmt die Versuchsperson, entkleidet, Platz und wird bis zum völligen Gleichgewicht der oberen und der unteren Körperhälfte genau ausbalanciert. Der Apparat ist so empfindlich, daß jede leiseste Muskelregung eine Bewegung des um eine Drehachse beweglichen Muskelbettes und damit ein Ausweichen des auf einer Skala spielenden Zeigers zur Folge hat.

Tatsächlich soll sich, sobald einigermaßen anstrengende geistige Tätigkeit, z. B. die Lösung einer etwas verwickelten Rechenaufgabe, durch die Versuchsperson stattfindet, nach etlichen Schwankungen die Kopfhälfte des Muskelbettes tiefer eingestellt haben. Den entgegengesetzten Erfolg, Blutzufluß zu den Beinen und Senken der unteren Bretthälfte, erzielte Anderson, wenn er die Versuchsperson Beinübungen oder Bewegungen vornehmen ließ. Aber das Gleiche geschah bemerkenswerterweise fast mit demselben Zeigerausschlag, wenn dem Betreffenden der Auftrag gegeben wurde, die Übung bloß in Gedanken auszuführen. Die bloße Vorstellung der Anstrengung hatte also schon ein Zuströmen des Blutes nach den unteren Gliedmaßen zur Folge.

Damit in Zusammenhang steht die Tatsache, daß rein automatisches oder mit Unlust betriebenes Turnen eine viel langsamere Verschiebung des Schwerpunktes ergab, als wenn die Personen mit Leib und Seele dabei waren. Turnen vor dem Spiegel verursacht gleichfalls einen schnelleren Blutzufluß zu den turnerisch betätigten Körperteilen. Anderson knüpft daran die sehr richtige Bemerkung, daß gymnastische Spiele schon infolge des Interesses, der Lust und Liebe, die mit der Sache selbst verbunden ist, hinsichtlich Blutzirkulation den automatischen und ermüdenden Arm- und Beinstreckungen im Turnsaal vorzuziehen seien.

Ein interessantes Ergebnis hatten noch die Untersuchungen an Schnelläufern, die ergaben, daß überraschenderweise im Beginn des Laufens das Blut aus den Beinmuskeln wegströmt, nach

größeren Distanzen aber der Blutzufluß nach den Beinen erheblich zunimmt.[1])

Die allbekannte Tatsache, daß Tätigkeit und Übung die Kräfte eines Organs und seine Masse steigern, trifft nach Untersuchungen Dr. H. Matiegkas auch für das Gehirn selbst zu. Sehr häufig wird allerdings, wie Matiegka betont, die Wahl und erfolgreiche Ausübung eines Berufes von den physischen und geistigen Fähigkeiten des einzelnen abhängig sein. Aber wenn „für bestimmte Berufsarten ganz bestimmte Kombinationen gewisser körperlicher und geistiger Fähigkeiten und Eigenschaften charakteristisch" sind, so ist auch anderseits wohl anzunehmen, daß die Tätigkeit nicht ohne Einfluß auf diese Eigenschaften geblieben ist. Dementsprechend zeigt sich bei den am wenigsten geistig angestrengten Berufen das geringste, bei den geistig stark arbeitenden das höchste Hirngewicht. Dasselbe betrug bei Männern im Alter von 20 bis 59 Jahren durchschnittlich

bei Taglöhnern	1410 Gramm	in	14 Fällen,
„ Arbeitern	1433 „	„	34 „
„ Dienern, Wachleuten	1435 „	„	14 „
„ Gewerbe- u. Handwerktreibenden	1439 „	„	123 „
„ Geschäftsleuten, Lehrern	1468 „	„	28 „
„ Studierenden, Beamten	1500 „	„	22 „

Der Sprung von den Bevölkerungsklassen, die man vorwiegend als Handarbeiter bezeichnen kann, zu den Kopfarbeitern ist auffallend. Hier sind sozusagen auch die Gedanken, wenn auch in ihrer Verkörperung zu Hirnsubstanz, gewogen. Mit dem Gehirngewicht parallel ging in den meisten Fällen auch das Körpergewicht; es stieg mit letzterem ohne Rücksicht auf die Kopfform.[2])

Das irdische Paradies.

Es wird kommen, wenn auch — leider! erst im 27. Jahrhundert. Wie es ausschauen wird, offenbart uns C. von Mereschkowsky in einer gedankenreichen, an die gegenwärtig sichtbaren Ansätze sozialer Entwicklung anknüpfenden Utopie, von der wir hier nur das allerdings auch immer noch interessante Knochengerüst mitteilen können.[3])

Angeekelt von der Zivilisation mit ihrem ewigen Daseinskampfe haben die Menschen die Kultur abgelegt und sind zur Natur zurückgekehrt. Die an Zahl sehr verminderte Menschheit gliedert sich nunmehr in drei streng geschiedene Klassen: die leitenden, hochintellektuellen, wenig sinnlichen Gehirnmenschen, die sogenannten Beschützer; die nur dem sinnlichen Genuß und vorwiegend der Erneuerung des Geschlechtes lebenden Freudenmenschen und die alle körperliche Arbeit besorgenden, die stärkste Kaste bildenden Sklaven, geschickte, geistig beschränkte Haustiermenschen.

[1]) Die Umschau, Bd. VII (1903), Nr. 23.
[2]) Sitzungsber. der böhm. Gesellsch. der Wiss. zu Prag, 1902.
[3]) Das irdische Paradies. Ein Märchen aus dem 27. Jahrhundert, Berlin 1903.

Aus den mit Lebensnot und Bedürftigkeit erfüllten Zonen hat sich die Menschheit in die tropischen und die ihnen nächstliegenden Erdstriche zurückgezogen, und zwar an die Meeresufer, so daß sämtliche Verkehrsstraßen über Land, deren Anlage und Erhaltung Arbeit erfordern würde, entfallen. Handelt es sich doch um möglichste Einschränkung der Arbeit, um Verzicht auf allen entbehrlichen Luxus. Einfache Zelte genügen in dem warmen Klima zur Unterkunft, Heizung, Wohnungseinrichtung oder was an Gewerbe damit zusammenhängt, ist unbekannt. Auch die Kunst existiert nicht mehr, während von der Wissenschaft die „Beschützer" sich nur so viel erhalten haben, als sich praktisch zur Erleichterung des Daseins verwerten läßt. Man gräbt nicht mehr nach Metallen, man schreibt keine Bücher mehr! Hat die Vergangenheit doch Riesenschätze, Riesenbibliotheken hinterlassen. Wenige Fabriken sorgen für die geringen Bedürfnisse des kindlichen Geschlechtes, z. B. eine Textilfabrik für Kleidung, Zeltstoffe, Moskitonetze u. dgl. — kein Paradies ist vollkommen — eine chemische Fabrik für die Medikamente — auch nach 800 Jahren noch Quacksalberei? — besonders für das großartige „Nirwana", ein wunderbares Gift, dessen Wirkung die Schrecklichkeit des Todes in wundervolle Illusionen auflöst; ferner eine Maschinenfabrik, eine Fabrik für mechanische Musikwerke und eine Fabrik für den Sterilisator, der erst diese ganze Herrlichkeit ermöglicht hat und erhält.

Um nämlich die Menschheit auf diese Paradieseshöhe zu erheben, hat man die Resultate der landwirtschaftlichen Züchtung auf sie übertragen und nur die physisch und moralisch Gesunden zur Zeugung zugelassen, den Rest aber mittels des „Sterilisators" unschädlich gemacht, eines chemischen Stoffes, der den, der ihn in sich aufgenommen, ohne sonstige Schädigung, auch ohne Behinderung der geschlechtlichen Funktionen, zur Unfruchtbarkeit verurteilt. So ist die Erde, die nur ein paar Millionen, nicht Milliarden von Menschen glücklich machen kann, allmählich mittels des Sterilisators sicher und schmerzlos entvölkert worden, humaner, als es die Kriege, Epidemien und das soziale Elend vermochten.

Sind wir denn zur Arbeit auf der Welt? Nimmermehr, sagt Mereschkowsky; selbst die aus den jetzt am niedrigsten stehenden Menschenrassen gezüchtete Sklavenkaste wird möglichst entlastet und durch Niederhaltung ihrer Intelligenz und ihres Nervensystems vor Neid und Leiden bewahrt. Harmlos leben die Freudenmenschen, in Jugendschönheit wie Kinder prangend, sorglos dahin; nackend springen, spielen, tanzen und singen sie sich durchs Leben, das mit dem 35. Jahre schon abschließt. Auf den Beschützern, den Vernunftmenschen, deren Zahl die kleinste ist, ruht alle Sorge für die Erhaltung des Idealzustandes.

Das System unseres Utopisten läßt sich in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1. Die Menschen können nicht eher eines Glückes teilhaftig werden, bevor sie nicht durch die Zuchtwahl veredelt und Kinder geworden sind; nur Kinder tragen die Fähigkeit in sich, vollkommen glücklich zu sein.

2. Das Menschengeschlecht, das aus Kindern, den „Glücksmenschen", besteht, bedarf der Leitung der „Beschützer", der Gehirnmenschen.

3. Es bedarf ferner zur Besorgung der Arbeit der Sklaven; da diesen Intelligenz und Nervosität mangelt, so tragen sie die Last der Arbeit leicht.

4. Das Leben muß unter Verzicht auf jeden Luxus nach Möglichkeit vereinfacht, zu dem Zwecke aber in die Tropen und an die Meeresküsten verlegt werden.

5. Der Vermehrung des Menschengeschlechtes muß außer durch Zuchtwahl, noch durch Sterilisation Einhalt getan werden

6. In die Praxis läßt sich die vorgeschlagene Utopie umsetzen nur mit Hilfe eines Geheimordens, der unentwegt mit dem Sterilisator arbeitet.

Sicherlich hat sich mancher Leser über diese Pläne köstlich amüsiert. Sollen wir verraten, daß auch ernste Gelehrte in einer weitgehenden Zuchtwahl und Beschränkung der Fortpflanzung die erste Bedingung eines wahren Fortschrittes sehen? Utopie! wird's wiederum von allen Seiten schallen. Aber wenn wir mit den Verbrechern, mit den erblich Belasteten anfingen? Das ließe sich hören! Und dann der Menschheit, uns selbst die Augen darüber öffnen, eine wie große Wohltat es wäre, wenn nur die körperlich und geistig Leistungsfähigsten zu Vätern und Müttern der kommenden Generationen würden. Durch freiwillige Beschränkung könnten die Schäden, welche durch Hygiene und Technik dem lebendigen Leibe der Menschheit gegenwärtig zugefügt werden, einzig und allein wieder wettgemacht werden. Darum wird der Ruf nach sexueller Reform, vorläufig nur hier und da von einzelnen „Rufern im Streit" erhoben, nicht wieder von der Tagesordnung verschwinden, sondern mit den Jahrhunderten an Macht und Werbekraft gewinnen.[1])

[1]) Siehe u. a. die Aufsätze von Professor Chr. Ehrenfels in der Politisch-Anthrologischen Revue I. Jahrgang, Nr. 8 und 9: Zuchtwahl und Monogamie, Jahrgang II, Nr. 1, Die aufsteigende Entwicklung des Menschen.

Anhang.

I.

Die Nachbarn des Sonnensystems.

Nr.	Stern	Größe	Entfernung		*mm*
			Sir.	L. J.	
1	α Centauri . .	0·7	0·5	4·3	— 9
2	— Gr. Bär . .	6·8	0·9	7·2	+ 11
3	61 Schwan . . .	6·5	1·0	8·1	+ 12
4	Sirius	—	1·0	8·6	— 6
5	— Drache. . . .	8·2	1·1	9·5	+ 19
6	Procyon . . .	0·6	1·2	10·2	+ 2
7	— Andromeda .	7·9	1·2	10·3	+ 17
8	τ Walfisch	3·6	1·2	10·3	— 7
9	— Taube . . .	8·5	1·2	10·3	— 17
10	ν Drache	4·5	1·3	10·9	+ 21
11	— Südl. Fisch .	7·5	1·3	11·6	— 16
12	ε Indianer . . .	5·2	1·4	12·0	— 24
13	δ Drache	4·7	1·6	13·6	+ 30
14	— Gr. Bär . .	8·5	1·6	14·2	+ 25
15	Altair	1·0	1·6	14·2	+ 5
16	Castor	1·5	1·9	16·7	+ 20
17	— Gr. Bär . .	6·5	1·9	16·7	+ 29
18	— Drache . . .	9	1·9	16·7	+ 35
19	η Cassiopeja . .	3·6	2·1	18·2	+ 35
20	— Gr. Bär . .	8	2·1	18·2	+ 34
21	— Gr. Bär . .	9	2·1	18·2	+ 38
22	o² Eridanus . .	4·5	2·2	19·2	— 6
23	— Gr. Bär. . .	6·5	2·2	19·2	+ 28
24	— Hydra	6·1	2·2	19·2	— 16
25	β Cassiopeja . .	2·4	2·5	21·7	+ 45
26	*p* Ophiuchus . .	4·1	2·5	21·7	+ 2
27	*e* Eridanus . . .	4·4	2·7	23·3	— 38
28	β Hydrus	2·9	2·9	25·1	— 57
29	μ Cassiopeja . .	5·2	2·9	25·1	+ 48
30	Fomalhaut. . . .	1·3	2·9	25·1	— 29
31	— Cepheus . . .	5·5	3·1	27·0	+ 57
32	Aldebaran . .	1·0	3·5	29·7	+ 20
33	β Haar d. Beren.	4·0	3·5	29·7	+ 32
34	Regulus	1·4	4·2	36·0	+ 18
35	Capella	0·3	4·7	40·8	+ 68
36	Wega	0·2	4·7	40·8	+ 59

II.

Die Zusammensetzung der Atmosphäre

in Volumprozenten bei den wahrscheinlichen Mitteltemperaturen beträgt in den verschiedenen Seehöhen:

Höhe	0 *km*	10 *km*	20 *km*	50 *km*	100 *km*
Mittl. Temp. .	10°	— 18·5°	— 38·5°	— 60°	(— 80°)
Gesamtdruck .	760·0	199·22	42·18	0·319	0 02233
Stickstoff	78 03	81·20	84 34	79·17	0·099
Sauerstoff . . .	20·99	18·10	15·19	7·03	0·000
Argon	0·94	0·56	0·31	0·03	0·006
Kohlensäure .	0·03	0·015	0·006	0·000	0·000
Wasserstoff . .	0·01	0·033	0·147	13·645	99·448
Neon	0·0015	0·002	0 004	0·000	0·000
Helium	0 00015	0·000	0·002	0·126	0 453
Krypton	0·0001	0·000	0 000	0·000	0·000

III.

Die Atomgewichte.

Element	Zeichen	O = 16	H = 1	Element	Zeichen	O = 16	H = 1
Aluminium	Al	27·1	26·9	Nickel	Ni	58·7	58·3
Antimon	Sb	120·2	119·3	Niobium	Nb	94	93·3
Argon	A	39·9	39·6	Osmium	Os	191	189·6
Arsen	As	75·0	74·4	Palladium	Pd	106·5	105·7
Baryum	Ba	137·4	136·4	Phosphor	P	31·0	30·77
Beryllium	Be	9·1	9·05	Platin	Pt	194·8	193·3
Blei	Pb	206·9	205·35	Praseodym	Pr	140·5	139·4
Bor	B	11	10·9	Quecksilber	Hg	200·0	198·5
Brom	Br	79·96	79·36	Radium	Ra	225	223·3
Cäsium	Cs	133	132	Rhodium	Rh	103·0	102·2
Cerium	Ce	140	139	Rubidium	Rb	85·4	84·8
Chlor	Cl	35·45	35·18	Ruthenium	Ru	101·7	100·9
Chrom	Cr	52·1	51·7	Samarium	Sa	150	148·9
Eisen	Fe	55·9	55·5	Sauerstoff	O	16·00	15·88
Erbium	Er	166	164·8	Skandium	Sc	44·1	43·8
Fluor	F	19	18·9	Schwefel	S	32·06	31·83
Gadolinium	Gd	156	155	Selen	Se	79·2	78·6
Gallium	Ga	70	69·5	Silber	Ag	107·93	107·12
Germanium	Ge	72·5	71·9	Silizium	Si	28·4	28·2
Gold	Au	197·2	195·7	Stickstoff	N	14·04	13·93
Helium	He	4	4	Strontium	Sr	87·6	86·94
Indium	In	114	113·1	Tantal	Ta	183	181·6
Iridium	Ir	193·0	191·5	Tellur	Te	127·6	126·6
Jod	J	126·85	125·90	Terbium	Tb	160	158·8
Kadmium	Cd	112·4	111·6	Thallium	Tl	204·1	202·6
Kalium	K	39·15	38·86	Thorium	Th	232·5	230·8
Kalzium	Ca	40·1	39·8	Thulium	Tu	171	169·7
Kobalt	Co	59·0	58·56	Titan	Ti	48·1	47·7
Kohlenstoff	C	12·00	11·91	Uran	U	238·5	236·7
Krypton	Kr	81·8	81·2	Vanadin	V	51·2	50·8
Kupfer	Cu	63·6	63·1	Wasserstoff	H	1·008	1·000
Lanthan	La	138·9	137·9	Wismut	Bi	208·5	206·9
Lithium	Li	7·03	6·98	Wolfram	W	184·0	182·6
Magnesium	Mg	24·36	24·18	Xenon	X	128	127
Mangan	Mn	55·0	54·6	Ytterbium	Yb	173·0	171·7
Molybdän	Mo	96·0	95·3	Yttrium	Y	89·0	88·3
Natrium	Na	23·05	22·88	Zink	Zn	65·4	64·9
Neodym	Nd	143·6	142·5	Zinn	Sn	119·0	118·1
Neon	Ne	20	19·9	Zirkonium	Zr	90·6	89·9

Alphabetisches Sachregister.

Abendröte, fingerförmige 75.
Abendrot und Regenbogenfarben 75.
Abenteuer auf einer Sternwarte 36.
Ätherische Öle als Pflanzenschutz 213.
Ahnentafel d. Menschen 284.
Alchimisten, Lehren der 139.
Alpen, Entstehung, Aufbau 116.
Ameisen, Pilze züchtend 254.
Ameisen, Rolle der Fühler 256.
Amerikanebel 14.
Anästhesie 319.
Anden-Schläferratte 254.
Andromedanebel 12.
Arten, sprungweise Entstehung 175.
Arten, Entstehung im Pflanzenreich 174.
Artesische Brunnen 88.
Asien, gemeinsamer Scheitel 119.
Asien, Entstehung 120.
Atlantis-Problem 117.
Atmosphäre, Bestandteile 84.
Atmosphäre, Gesamtmasse 84.
Atmosphäre, Höhe 83.
Atmosphäre, Zirkulation 70.
Atmosphäre, Zusammensetzung 322.
Atmosphärische Farbenspiele 75.
Atomgewichte, Basis der 148.
Atomgewichtszahlen 323.
Aufsturz eines Planeten 107.
Aufsturztheorie 104.
Aufsturztheorie u. geologische Schichtenfolge 106.
Aufsturz und Schwingpoltheorie 108.
Autonomie des Lebens 173.
Aussterben der Arten 188.

Bakterienlampe 207.
Bakterien, leuchtende 205.
Bastardierung als Ursprung neuer Arten 176.
Begonia 165.
Beruf und Hirngewicht 321.
Bestäubung in Treibhäusern 226.
Bienen, Befruchtung 186.
Bienenstaat, Entstehung 257.
Bieliden, Meteorschwarm 47.
Bildergrotten der Steinzeit 275, 291.
Biomechanik des Lebensprozesses 307.
Bisons, Anzahl 234.
Blitzaufnahme, merkwürdige 83.
Blumenuhr aus Kansas 220.
Böttger als Goldmacher 138.
Brunnen, artesische 88.
Bryophyllum 165.

Dämmerungserscheinungen 75.
Darwinismus und Fleischmann 171.
Dattelpalme in Spanien 228.
Depression V b und Sonnenflecken 66.
Depressionen und allgemeine Zirkulation der Atmosphäre 71.
Deszendenzlehre nach Fleischmann 170.
Deszendenzlehre nach Weismann 167.
Dictyostelium, Schleimpilz 200.
Dinosaurier 190.
Doppelfalte, Glarner 116.
Drahtlose Telegraphie, Erklärung 153.

Eiszeit oder Eiszeiten 111.
Eiszeit, Entstehung 114.
Elch, sibirischer 234.
Elefanten im Diluvium 196.
Elektronen und Luftelektrizität 80.
Elemente, radioaktive 127.
Element, neues, im radioaktiven Wismut 130.
Elemente, Verwandelbarkeit 132.
Elemente, periodisches System 149.
Energie, strahlende 121.
Empfindungslosigkeit 319.
Eolithen 281.
Erdbeben, böhmische 102.
Erdbeben u. Aufsturztheorie 104.
Erdtelegraphie 153.
Ernteameise 255.
Europäergeruch 305.

Falbs kritische Tage 59.
Falbs Wettertheorie 56, 59.
Falbs Prognosen, geprüft 57.
Faltung der Erdrinde 115.
Feuerkugeln in Australien 78.
Fauna der nordamerikanischen Kreidezeit 189.
Fingerspitzen von Corcelettes 312.
Fische, Gehörssinn 249.
Fixsterne, Eigenbewegung 18.
Fixsterne, sonnennächste 17.
Fixsterne, sonnennächste, gemeinsame Zentralbewegung 19.
Flächenblitze und Vegetation 83.
Flugsaurier 191.
Fluor, große Verbindungskraft 145.
Funkentelegraphie und Schiffahrt 151.

Gebiß des Diluvialmenschen 294.
Geiser 92, 94.
Geiser, neue, in Neupommern 93.
Geschlechtsbestimmende Ursachen 184.
Gewichtsverlust radioaktiver Stoffe 131.
Gewitter und Elektronentheorie 80.
Glazialtheorie 114.
Gletscherrückgang 109.
Goldmacherkunst 137.
Gorilla in Ostafrika 231.
Großgartach, Steinzeitdorf 297.

Hand als Rassenmerkmal 310.
Hausbau der Vorzeit 296.
Hausschwalbe, Seelenleben 246.
Hausschwämme 203.
Haustiere, Herkunft der 238.
Helium in der Atmosphäre 85.
Helium, Verflüssigungsversuch 142.
Herkunft des europäischen Menschen 285.
Heterogenesis im Pflanzenreich 178.
Heuschrecken, Schutzfärbung 265.
Heuschrecken, Verteidigungsmittel 268.
Hirngewicht und Beruf 321.
Höhlenfische, blind, auf Kuba 251.
Hummeln, Lebensweise 256.

Indisch-australische Inselwelt, Entstehung 120.
Inselwelt, indisch-australische 120.
Isolierung, physiologische, und Artentstehung 180.
Japan, Bevölkerungstypen 306.

Kant-Laplace, Theorie 22.
Karlsbader Sprudel, Entstehung 91.
Katastrophen und kritische Tage 63.
Katastrophentheorie u. Aussterben der Arten 187.
Kaurifichte Neuseelands 213.
Keimplasma, Kontinuität. 168.
Keimung der Samen 209.
Keßlerloch bei Thaingen 295.
Kinn des Diluvialmenschen 294
Klimaschwankungen Brückners 68.
Kohärer, neue 152.
Kochsalzseen, warme 100.
Kometen, neue, von 1903 43.
Kometen, 1903 wiederkehrend 44.
Kolkrabe, Klugheit 247.
Kommandostäbe der Steinzeit 293.
Kontinentale Hebungen und Senkungen 110, 112.
Kontinuität des Keimplasmas 168.
Koronastörungen 32.
Koronastrahlen 33.
Kosmogonie, Wesen der Kantschen 23.
Krakatau, Pflanzenwelt 211.
Krankheitserscheinungen in Metallen 158.
Kritische Tage, Falbs 59.
Kritische Tage, 1903 62.
Kritische Tage und Katastrophen 64.
Kryptogamen, paläozoische 198.
Küstenabbrüche 110.
Kugelblitze in Australien 78.

Leben, autonom 173.
Leoniden, Meteorschwarm 47.
Leuchten der Blüten 218.
Leuchten des Fleisches 204.
Luftelektrische Vorgänge 78.
Luftelektrizität und Elektronentheorie 79.
Luftzirkulation großer Höhen 70.

Mammut, rekonstruiert 196.
Mammutbäume Kaliforniens 212.
Marmorplatte, Biegsamkeit 160.
Marsmond, innerster 22, 27.
Materie, Wesen der 143.
Mauersegler 246.
Maulwurf, Lebensweise 237.
Mechanismus und Vitalismus 166.
Menschenaffen, diluviale 197.
Menschenrassen, Entstehung neuer 314.
Metalle, Krankheitserscheinungen 157.
Meteorit Bokubirito 49.
Meteor vom 16. November 1902 47.
Meteorschwärme 47.
Mimikry 264, 268.
Mondringe 76, 77.
Mond, Schnee auf dem 50.
Mondvegetation 51.
Mondvulkane, noch tätig 50.
Mond und Wetter 53.
Mond und Niederschläge 54, 55.
Mond und Windrichtung 55.
Mont Pelé 97.
Mongolenfleck 304.
Moschusochsen 241.
Muskelbett 318.
Mutation im Pflanzenreich 178.

Narkotisieren von Pflanzen 221.
Nebel, Zahl der, im Weltraum 12.
Nebel im Haar der Berenike 11.
Nebel im Zentauren 13.
Nebensonnen 77.
Neue Sterne (Novä) 19.
Nova Geminorum 19.
Nova Persei 21.
N-Strahlen 124.

Nullpunkt, absoluter, Erreichung 140.

Okapi in Altägypten 232.
Organismus, Selbstregulationen 161.
Oikane der Tropenzone 72.
Orionnebel 14.
Ostasien, Geologie 118.

Papagei, musik. Begabung 248.
Paradies, irdisches 319.
Parthenogenesis und Geschlechtsbestimmung 185.
Pendulation u. Eiszeit 111.
Pflanzenwelt der Vorzeit 198.
Propfung verschiedener Arten 227.
Photographie der Gestirne 10.
Photographie der Nebelflecken 11.
Planetenbildung 26.
Planeten, vermutete 37.
Planetoiden 39.
Planetoid K X 40.
Polarwolf 241.
Polhöheschwankungen 107.
Polonium, Element 130.
Protuberanzen der Sonne 33, 35.
Pterodaktylus 192.
Pygmäen, asiatische 301.

Quarzgefäße 160.
Quellen, heiße 91.

Radioaktivität 126.
Radioaktivität, Erklärung 128, 135.
Radioaktivität, neue Entdeckungen 130.
Radioaktivität im Leitungswasser 131.
Radiumstrahlung, Wirkung auf Organismen 132.
Radiumnitrat und Fluoreszenz 134.
Radiumsalze, dreierlei Emanationen 150.
Rassenmerkmale, Persistenz 312.
Regeneration im Tierreich 163.
Regenbogenerscheinung, seltene 77.
Regenbogenfarben - Abendrot 75.
Regenbogen, vierfacher 78.
Registrierballons 74.
Regulation, Grundeigenschaft des Organischen 162.
Regulationsfähigkeit im Pflanzenreiche 165.
Riese Machnow 300.
Riesenwuchs 296.
Röntgen-Strahlen 123.
Rosenölgewinnung, indische 229.
Rubens-Strahlen 124.

Saisondimorphismus im Pflanzenreich 176.
Salamander, Augenlinse ergänzend 164.
Samen, Keimungsvorgänge 209.
Samentransport durch Wind 209.
Saturn, Größe, Rotation 42.
Saturn, Monde 41.
Schallschatten 155.
Schallsignale auf See 154.
Schleimpilze, Entwicklung 200.
Schmetterlinge und Artentstehung 180.
Schutzmittel im Pflanzenreich 213.
Schwertfisch und Seeschlange 252.
Schwimmblase, Entstehung 253.
Schwingpoltheorie Reibisch' 108.
See-Echo 155.
See-Elefant 245.
Seesäugetiere mit Ausrottung bedrohte 236.
Seeschlange und Schwertfisch 252.
Sinnesempfindungen, sekundäre 316.
Sinnesorgane der Pflanzen 214.
Sinn, spezifischer, der Blinden 314.
Sonnenbahn 29.
Sonnenflecken 32, 35
Sonnenflecken und Depression Vb 66.
Sonnenflecken u. Witterung 66, 67.
Sonnenhof, doppelter 77.
Sonnenkorona, Strahlungen 33.
Sonnenkreuz, Aachener 76.
Sonnenringe 76.
Sonnensystem, Entstehung 21.
Sonnensystem, Nachbarn 15, 321.
Spektralanalyse, neue Entdeckungen 155.
Sperrvorrichtungen im Tierkörper 253.
Spiralnebel in den Jagdhunden 26.
Sprechfähigkeit des Diluvialmenschen 295.
Springkraut, Ausbreitung 215.
Stein der Weisen 137.
Steinwerkzeuge, Herstellungsweise 283.
Steinwerkzeuge, älteste 281.
Steinzeit, ältere, Rußlands 290.
Steinzeithöhlen Frankreichs, von Klaatsch bereist 271.
Sternschnuppen, Häufigkeit 48.
Strahlen, Blondlot-(N-) 124.
Strahlen, Röntgen- 123.
Strahlen, Rubens- 124.
Strahlen, unbekannte 123.
Strauß, Charakteristik 248.
Strudelwürmer, Regenerationsfähigkeit 163.

Teilchen, kleinste sichtbare 147.
Teilchen, ultramikroskopische 146.
Temperatur, tiefste künstliche 141.
Temperaturen in großen Höhen 74.
Temperaturrückfall im Juni 70.
Tertiärmensch in Europa 280.
Tischseefische, Teleskopaugen 250.
Tiefenwasser-Ozean 86.
Tierwelt der nordamerikanischen Kreidezeit 189.
Tierwelt des Fajum 193.
Tierwelt, arktische 241.
Tintenfisch, leuchtender 251.
Toala-Pygmäen auf Celebes 301.
Torenia-Blattknospen 165.
Tropenpflanzen, zweigblütige 219.

Uranusmonde 22.
Uranus, rückläufig 25.
Urwildpferd 234.

Vanadiumstahl 159.
Vegetation auf Krakatau 207.
Vererbung nach Weismann 168.
Verjüngen der Pflanzen 227.
Versiegen der Quellen 86.
Vesuvtätigkeit 1903 63.
Vesuv und kritische Tage 63.
Vitalismus 166.
Vitalismus, Tatsachen dafür 172.
Vorstellungen und Blutkreislauf 318.
Vulkanausbruch auf Sawai 97.
Vulkane, Entstehung nach Süß 95.
Vulkanexplosion auf Torishima 95.
Vulkanische Durchbrüche bei Urach 104.

Wärmespeicher 100.
Wasser der Tiefe 85.
Wasserkissen 98.
Wasserstoff, Verflüssigung 140.
Weddas auf Ceylon 301.
Whakarewarewa, Geiser 93.
Wirbelkumulus 73.
Wismut, radioaktives 130.
Wolkenhöhen, Messung 74.

Zeichnung des Tierfells 270.
Zellen, isolierte, fortlebend 203.
Zellen, kernlose 202.
Zellkern, Wichtigkeit 202.
Zelleben, Biomechanik 307.
Zentralsonne 29.
Zentrum unserer Fixsternwelt 31.
Zielstrebigkeit im Pflanzenreich 165.
Zierstäbe aus der Steinzeit 293.
Zirkulation der Atmosphäre 70.
Zwergbäume, japanische 212.

K. und K. Hofbuchdruckerei Karl Prochaska in Teschen.

Die Zeit (Wien). Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde. „Viel Freunde wird sich voraussichtlich das Jahrbuch der Naturkunde erwerben, denn für dieses interessieren sich heute alle ohne Ausnahme; und obgleich es an populären Gesamtdarstellungen nicht fehlt, hat man doch bis jetzt noch kein periodisches populäres Werk gehabt, das über die Fortschritte jedes Jahres berichtet. Es werden abgehandelt: die Astronomie, die Geologie und Geophysik, die Physik, die Meteorologie, die Chemie, die Biologie, die Botanik, die Zoologie, die Urgeschichte der Menschheit, die Ethnographie, die Physiologie und Psychologie alles sehr hübsch, stellenweise spannend. Die Fülle des dargebotenen Stoffes ist staunenswert und auch der Unterrichtetste wird das Buch nicht aus der Hand legen, ohne Neues daraus gelernt zu haben."

Anzeiger für die neueste pädagogische Literatur. Illustriertes Jahrbuch der Erfindungen. „Für einen so billigen Preis wird man selten ein so gediegenes Werk wie das vorliegende erlangen."

Aus der Heimat. Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde. „Ich bin auch von anderer Seite schon öfters nach einem Werke gefragt worden, in dem die Fortschritte der Naturwissenschaften für Laien bearbeitet sind. Nun kann ich ein solches empfehlen: das im Verlag von K. Prochaska, Teschen, erschienene und von H. Berdrow bearbeitete Illustr. Jahrbuch der Naturkunde." Stuttgart. Dr. K. G. Lutz.

Roseggers Heimgarten. Illustriertes Jahrbuch der Weltgeschichte. „Die Bearbeitung und Redaktion ist ganz musterhaft gelöst. Bei der flüssigen, fesselnden und anregenden Schreibweise dieser Jahrbücher der Geschichte werden dieselben hoffentlich baldigst sich einbürgern . . . Die Anschaffung dieses Jahrbuchs der Weltgeschichte kann jedermann nur bestens empfohlen werden. Man wird durch dasselbe bei äußerst angenehmer, nirgends langweiliger Darstellung von den Vorgängen auf allen Gebieten des Lebens, insbesondere des politischen, rasch und richtig unterrichtet."

Deutschtum im Auslande. Illustriertes Jahrbuch der Weltreisen. „Es ist eine dem Bildungswesen zu gute kommende Idee, die Errungenschaften auf dem Gebiete der Erdkunde in Jahrbüchern volkstümlichen Charakters zu billigem Preise darzubieten . . . . Alles ist durch treffliche Abbildungen dem Auge nahe gebracht. Das neue Jahrbuch verdient ganz unseren Beifall."

Volks-Zeitung. (Berlin). „Ein ausgezeichnetes Volksbuch ist soeben im Verlage von Karl Prochaska, Teschen und Wien, erschienen. Es ist der erste Jahrgang des ‚Illustrierten Jahrbuchs der Naturkunde'. Hermann Berdrow, der sich eines in wissenschaftlichen Kreisen sehr geschätzten Namens erfreut, hat mit erstaunlicher Sorgfalt alle naturwissenschaftlichen Ereignisse, Forschungsergebnisse und Entdeckungen der letzten Jahre registriert. Keine Abteilung der Wissenschaft ist in diesem interessanten Werke unberücksichtigt geblieben. Zahlreiche Illustrationen schmücken das lesenswerte, hochinteressante Buch. Zuletzt sei noch hervorgehoben, daß der außerordentlich billige Preis von einer Mark jedem Naturliebhaber die Anschaffung des Werkes ermöglicht."

Breslauer Zeitung. Illustriertes Jahrbuch der Weltgeschichte. „Von Prochaskas Illustrierten Jahrbüchern nimmt zweifellos das Jahrbuch der Weltgeschichte den hervorragendsten Rang ein. Der etwa 160 Seiten Lexikonformat starke Band, der mit zahlreichen Illustrationen aufs würdigste ausgestattet ist, vereinigt in sich wieder alle Vorzüge, die von uns bereits bei Besprechung des vorigen Jahrgangs hervorgehoben werden konnten, vorzügliche Beherrschung des Stoffes, lichtvolle Darstellung, volkstümliche Schreibweise und gesundes politisches Urteil."

Linzer Tagespost. Illustriertes Jahrbuch der Weltreisen und geographischen Forschungen. „Der Verfasser führt uns in die Regionen des ewigen Eises, nach Asien, in die Neue Welt, nach Afrika, Australien und nach der Südsee und versteht es, in leichtfaßlicher und dabei anregender Form die physikalischen und politischen Verhältnisse dieser Gebiete zu schildern. Zahlreiche, dem Texte eingefügte Illustrationen tragen zum Verständnisse des Inhalts bei. Das Buch, das eine Fülle des Interessanten bietet, kann jedermann wärmstens empfohlen werden."

Norddeutsche Allgemeine Zeitung. Illustriertes Jahrbuch der Weltreisen und geographischen Forschungen. „Der Zweck des Buches ist, die weitesten Kreise mit den neuesten Forschungsreisen zu geographischen und ethnographischen Zwecken bekanntzumachen; dementsprechend ist auch der Preis ein sehr geringer. Es ist tatsächlich erstaunlich, welche Fülle von gediegener Belehrung in Bild und Wort dem Leser für 1 Mark geboten wird."

Münsterischer Anzeiger. Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde. „Die Skepsis, mit der wir an dieses Buch herantraten — wie an alle naturwissenschaftlichen Werke, die für billiges Geld angeboten werden und bei denen die dadurch hervorgerufene Betonung des populär-wissenschaftlichen Charakters nicht selten über den Mangel an Inhalt des Werkes hinwegtäuschen soll — machte bald einer anderen Auffassung Platz; wir begrüßen das Erscheinen dieses Werkes auf das lebhafteste. Das Werk ist stilistisch ausgezeichnet und mit zahlreichen und guten Illustrationen geschmückt. Der Preis von 1 Mark ist außerordentlich niedrig bemessen."

Zeitschrift für das Realschulwesen (Wien). Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde. „Wenn der Laie auch aus den Tageszeitungen gelegentlich Mitteilungen über neue Entdeckungen, neue Hypothesen und andere wissenschaftliche und technische Errungenschaften der Neuzeit erhält, so erlangt er damit kein vollständiges Verständnis der betreffenden Zweige des Wissens, da solche Mitteilungen meist nur unvollständig und zusammenhanglos geboten werden, ohne daß auf die oft nicht ausreichende Vorbildung der Leser Rücksicht genommen wird, ja nicht selten werden sie bereits veröffentlicht, ehe eine Arbeit zu einem gewissen Abschlusse gebracht worden ist. Das läßt sich aber erst nach einem bestimmten Zeitabschnitte erreichen und ist daher die Aufgabe von Zeitschriften, welche die Forschungen von einem oder mehreren Jahren zusammenfassen. Es erscheint somit ein solches Jahrbuch, wie es hier vorliegt, ganz geeignet, aufklärend über neuere wissenschaftliche Fragen zu wirken. Das Jahrbuch beginnt mit der Vorführung einiger Entdeckungen am gestirnten Himmel. Es wird dann die Erdrinde in der Vergangenheit und Gegenwart kurz betrachtet, wobei die Veränderungen an der Erdoberfläche, die Verteilung von Wasser und Land sowie namentlich die Erscheinungen der Eiszeiten nach dem Ingenieur Reibisch durch ein regelmäßiges sehr langsames Schwanken des Erdballs um eine den Äquator schneidende Achse erklärt werden. Durch eine solche sollen einzelne Gegenden der heißen Zone in höhere Breiten und umgekehrt versetzt werden. Die Untersuchungen über Erdbeben führen uns die gewaltigen Wirkungen dieser Erscheinung im letzten Jahre vor. Die Physik belehrt über einzelne Bewegungen der kleinsten Körperteilchen und besonders über die Ätherfrage sowie über die Kräfte des Luftmeeres, wobei auch die Sturmwarnungen und das Wetterschießen berührt werden. Die Chemie führt uns die neuen Elemente, hohe und tiefe Temperaturen vor. Aus der Biologie wird einzelnes zum Beweis der Abstammungslehre vorgeführt. Die Entdeckungen auf dem Gebiete der Welt der lebenden Wesen bringen manches Neue, ebenso die Vorgeschichte des Menschen und die Völkerkunde. Das ‚Jahrbuch' kann als sehr anregend und belehrend bezeichnet werden. Es ist in einem würdigen Ton gehalten und kann auch der reifen Jugend in die Hand gegeben werden."

Allgemeiner Anzeiger für Deutschlands Rittergutsbesitzer. „Wieder einmal ein durchaus gelungenes Volksbuch bester Art, dieser erste im Prochaska-Verlage in Wien, Leipzig und Teschen erschienene Jahrgang eines ‚Illustrierten Jahrbuchs der Erfindungen', das 1 Mark (Kronen 1.20) kostet, für diesen Preis aber geradezu unglaublich viel und überraschend Gutes bietet. Der erste Jahrgang des ‚Illustrierten Jahrbuchs der Erfindungen' ist ein 216 Seiten starker Quartband mit 200 prächtigen Illustrationen. Der Text des Werkes ist eine Musterleistung der volkstümlichen Behandlung technischer Themata, so interessant und verständlich, so anziehend sind sie für die Laienwelt das große Publikum, Jugend und Volk schriftstellerisch abgefaßt. Es ist ein Vergnügen, dieses Werk zu lesen, man verfolgt seinen Inhalt mit einer wahren Spannung."



